

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-252614

(43)Date of publication of application : 17.09.1999

(51)Int.Cl.

H04Q 7/22

H04B 7/10

(21)Application number : 10-053916

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 05.03.1998

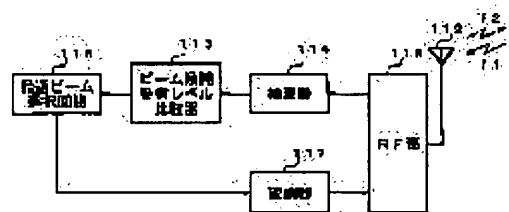
(72)Inventor : NAITO MASASHI

## (54) COMMUNICATION SYSTEM, BASE STATION DEVICE AND MOBILE STATION DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve a follow-up characteristic to the fluctuation of a transmission line by making an upper orientation which is balanced among plural different orientations and whose receiving quality is satisfactory a candidate, sending with a signal part sent in the candidate orientation included in a transmitting signal, selecting the optimum orientation from the signal part and sending information in the optimum orientation to a base station.

**SOLUTION:** A signal arriving at antenna 112 from a base station device is received by an AR part 113, is converted into a low pass frequency to be a mobile station receiving signal and is outputted to a beam candidate receiving level comparator 115. The comparator 115 respectively detects receiving levels of plural pilot beams among inputted mobile station receiving signals and outputs them to an optimum beam selection circuit 116. The circuit 116 selects what is maximum among inputted receiving levels and outputs it as optimum beam information to a modulator 117 and it modulates the optimum beam information and sends and outputs it to a base station.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-252614

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 Q 7/22

H 0 4 B 7/26

1 0 8 A

H 0 4 B 7/10

7/10

A

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-53916

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月5日

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 内藤 昌志

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際

電気株式会社内

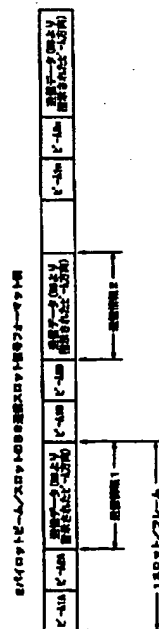
(74) 代理人 弁理士 船津 暢宏 (外1名)

(54) 【発明の名称】 通信システム及び基地局装置及び移動局装置

(57) 【要約】

【課題】 情報伝送効率を維持しつつ、伝送路の変動に対する追従特性を改善できる通信システム及び基地局装置及び移動局装置を提供する。

【解決手段】 基地局装置が移動局装置から受信した上り受信信号の各ビームの受信レベルを平均化して受信品質上位の第1、第2の指向方向を選択し、基地局装置から移動局装置に送信するスロットについて、上位の第1、第2の指向方向に対応したパイロットビームと移動局装置より指示されたビーム方向にて送信される送信データとを含むようにして下り信号を送信し、移動局装置で受信した下り信号における上位のパイロットビームの何れか受信品質の良い方を選択し、当該良い方のビーム方向を基地局装置に指示する通信システムである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の異なる指向方向の中から平均化した受信品質が良好な上位の指向方向を候補とし、当該候補の指向方向にて送信される信号部分を送信信号に組み込んで送信する基地局装置と、前記信号部分から最適指向方向を選択し、当該最適指向方向の情報を前記基地局装置に送信する移動局装置とを備えることを特徴とする通信システム。

【請求項2】 複数の異なる指向性を持つアンテナを介して受信した信号における指向方向毎の品質を平均化し、当該平均化した結果から前記複数の指向方向の中から品質良好な上位複数を候補として選択し、前記選択した複数候補の指向方向を検出するためのものであって当該指向方向にて各々送信される信号を送信信号に組み込んで送信することを特徴とする基地局装置。

【請求項3】 請求項2記載の基地局装置から送信された送信信号を受信し、前記受信した信号に含まれる複数候補の指向方向を検出するための信号について受信品質を検出して、受信品質の最も良い指向方向を最適指向方向として選択し、当該最適指向方向を示す情報を前記基地局装置への送信信号に組み込んで送信することを特徴とする移動局装置。

【請求項4】 請求項2記載の基地局装置と、請求項3記載の移動局装置とを備え、前記基地局装置が、前記移動局装置から受信した信号から最適指向方向を示す情報を取得すると共に、前記受信信号から指向方向における上位複数の候補を選択し、前記移動局装置への送信信号に前記複数候補の指向方向を検出するためのものであって当該指向方向にて各々送信される信号を組み込み、更に前記送信信号における送信データを前記最適指向方向を示す情報に従って当該指向方向にて送信する基地局装置であることを特徴とする通信システム。

【請求項5】 水平面上に送信及び受信の指向方向を均等に配分するように複数の指向性アンテナを配置して成るビームアンテナ素子群と、前記ビームアンテナ素子群から一つのアンテナ素子を切替選択することで選択アンテナを特定するアンテナ選択制御器と、パイロットビーム送信用データを生成するパイロットビーム送信用データ生成器と、前記パイロットビーム送信用データと送信情報を含んだスロット構成データを生成するスロットデータ生成器と、前記スロット構成データを送信ベースバンド信号に変換出力する変調器と、前記送信ベースバンド信号を無線周波数 $f_1$ に変換し、前記選択アンテナに出力すると共に、前記選択アンテナに無線周波数 $f_2$ で受信した信号を受信ベースバンド信号として出力するRF部と、

前記ビームアンテナ素子群の各アンテナ素子に無線周波数 $f_2$ で受信した信号のレベルを各ビーム受信レベルとして検出する各ビーム受信レベル検出回路と、前記各ビーム受信レベルを時間平均し、各ビーム平均レベルを出力する各ビーム受信レベル平均化回路と、前記各ビーム平均レベルから受信レベルの大きい順に予め指定された複数個のビーム候補を選択し、当該選択した複数個のビーム候補として出力するビーム候補選択回路と、

10 前記受信ベースバンド信号を受信ビットデータに変換する検波器と、前記受信ビットデータのうち送信情報を送信する区間に使用する選択アンテナを決定する最適ビーム情報を検出する最適ビーム情報検出器とを備え、前記アンテナ選択制御器が、前記スロット構成データのうち前記パイロットビーム送信データの送信区間では1スロット毎に前記複数個のビーム候補を各々選択するよう前記選択アンテナを切り替え、前記情報情報の送信区間では前記最適ビーム情報により前記選択アンテナを切り替えるアンテナ選択制御器であることを特徴とする基地局装置。

【請求項6】 請求項5記載の基地局装置からの送信信号を無線周波数 $f_1$ で受信し、前記基地局装置への送信信号を無線周波数 $f_2$ で送信する移動局アンテナと、前記移動局アンテナから無線周波数 $f_1$ の受信信号を受信ベースバンド信号として出力すると共に、送信ベースバンド信号を無線周波数 $f_2$ に変換して前記移動局アンテナに出力するRF部と、前記受信ベースバンド信号を受信ビットデータに変換する検波器と、前記受信ビットデータの中から2つのビーム候補の受信レベルを比較するビーム候補受信レベル比較器と、前記2つのビーム候補の受信レベルの中で受信レベル最大となるビームを選択し、当該選択した内容を最適ビーム情報として出力する最適ビーム選択回路と、前記最適ビーム情報を変調情報に組み込んでベースバンド信号に変換して前記RF部に出力する変調器とを備えることを特徴とする移動局装置。

【請求項7】 水平面上に送信及び受信の指向方向を均等に配分するように複数の指向性アンテナを配置して成るビームアンテナ素子群と、前記ビームアンテナ素子群から一つのアンテナ素子を切替選択することで選択アンテナを特定するアンテナ選択制御器と、パイロットビーム送信用データを生成するパイロットビーム送信用データ生成器と、前記パイロットビーム送信用データと送信情報を含んだスロット構成データを生成するスロットデータ生成器と、前記スロット構成データを送信ベースバンド信号に変換

出力する変調器と、  
 前記送信ベースバンド信号を無線周波数  $f_1$  に変換し、  
 前記選択アンテナに出力すると共に、前記選択アンテナ  
 に無線周波数  $f_2$  で受信した信号を受信ベースバンド信  
 号として出力する RF 部と、  
 前記ビームアンテナ素子群の各アンテナ素子に無線周波  
 数  $f_2$  で受信した信号をスロット周期より高速に順次選  
 択する切り替えを行いながら出力すると共に、選択した  
 アンテナを特定する情報を順次出力するアンテナスキャン  
 回路と、  
 前記アンテナスキャン回路から順次入力される受信した  
 信号のレベルをビーム受信レベルとして検出し、前記選  
 択したアンテナを特定する情報に従って順次出力する受  
 信レベル検出回路と、  
 前記受信レベル検出回路から順次入力される各ビーム受  
 信レベルを時間平均し、各ビーム平均レベルを出力する  
 各ビーム受信レベル平均化回路と、  
 前記各ビーム平均レベルから受信レベルの大きい順に予  
 め指定された複数個のビーム候補を選択し、当該選択し  
 た複数個のビーム候補として出力するビーム候補選択回  
 路と、  
 前記受信ベースバンド信号を受信データに変換する検波  
 器と、  
 前記受信データのうち送信情報を送信する区間に使用す  
 る選択アンテナを決定する最適ビーム情報を検出する最  
 適ビーム情報検出器とを備え、  
 前記アンテナ選択制御器が、前記スロット構成データの  
 うち前記パイロットビーム送信データの送信区間では 1  
 スロット毎に前記複数個のビーム候補を各々選択するよ  
 う前記選択アンテナを切り替え、前記情報情報の送信区  
 間では前記最適ビーム情報により前記選択アンテナを切  
 り替えるアンテナ選択制御器であることを特徴とする基  
 地局装置。  
 【請求項 8】 複数個の無指向性アンテナを配列して成  
 る無指向性アンテナ素子群と、  
 前記無指向性アンテナ素子群を介して送信出力する信号  
 の指向の方向であるビーム方向を特定するアンテナビー  
 ム選択制御器と、  
 パイロットビーム送信用データを生成するパイロットビ  
 ム送信用データ生成器と、  
 前記パイロットビーム送信用データと送信情報を含んだ  
 スロット構成データを生成するスロットデータ生成器  
 と、  
 前記スロット構成データを送信ベースバンド信号に変換  
 する変調器と、  
 送信出力する信号のビーム方向を前記アンテナビーム選  
 択制御器が特定するビーム方向に指向するように前記無  
 指向性アンテナの各々を介して送信出力する送信ベース  
 バンド信号の位相振幅を調整する係数を指定する  $W_0$  係  
 数制御器と、

前記  $W_0$  係数制御器から入力される係数に基づいて、前  
 記変調器から入力される送信ベースバンド信号を前記無  
 指向性アンテナの数に分岐し、各分岐した信号の位相振  
 幅を調整する第 1 の位相振幅調整器と、  
 前記第 1 の位相振幅調整器から各々入力される送信ベー  
 スバンド信号を無線周波数  $f_1$  に変換し、対応する前記  
 無指向性アンテナに出力すると共に、前記無指向性アン  
 テナ素子群に無線周波数  $f_2$  で到来する信号を各無指向  
 性アンテナで受信し、各々の受信ベースバンド信号と該  
 10 受信ベースバンド信号を合成した合成受信ベースバンド  
 信号とを出力する RF 部と、  
 予め指定された複数のビーム方向をスロット周期より高  
 速に順次選択して特定しつつ、選択したビーム方向を特  
 定する情報を出力するアンテナビームスキャン回路と、  
 前記アンテナビームスキャン回路が特定するビーム方向  
 から到来する信号を強調して受信できるように前記 RF  
 部から各々出力される受信ベースバンド信号の位相振幅  
 を調整する係数を指定する  $W_i$  係数制御器と、  
 前記  $W_i$  係数制御器で指定された係数に基づいて、前記  
 RF 部から各々出力される受信ベースバンド信号の位相  
 20 振幅を調整する第 2 の位相振幅調整器と、  
 前記第 2 の位相振幅調整器が出力する各々の信号を合成  
 して出力する合成器と、  
 前記合成器から入力される受信した信号のレベルをビー  
 ム受信レベルとして検出し、前記選択したビーム方向を  
 特定する情報に従って順次出力する受信レベル検出回路  
 と、  
 前記受信レベル検出回路から順次入力される各ビーム受  
 信レベルを時間平均し、各ビーム平均レベルを出力する  
 各ビーム受信レベル平均化回路と、  
 前記各ビーム平均レベルから受信レベルの大きい順に予  
 め指定された複数個のビーム候補を選択し、当該選択し  
 た複数個のビーム候補として出力するビーム候補選択回  
 路と、  
 前記 RF 部から合成受信ベースバンド信号を入力して検  
 波し、受信データとして出力する検波器と、  
 前記受信データのうち送信情報を送信する区間に使用す  
 るビーム方向を決定する最適ビーム情報を検出する最適  
 ビーム情報検出器とを備え、  
 40 前記アンテナビーム選択制御器が、前記スロット構成デ  
 ータのうち前記パイロットビーム送信データの送信区間  
 では 1 スロット毎に前記複数個のビーム候補のビーム方  
 向となるよう前記  $W_0$  係数制御器の係数を制御し、前記  
 情報情報の送信区間では前記最適ビーム情報によるビー  
 ム方向となるよう前記  $W_0$  係数制御器の係数を制御する  
 アンテナビーム選択制御器であることを特徴とする基地  
 局装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50 【発明の属する技術分野】 本発明は、移動通信等に利用

する基地局装置と移動局装置と間のデジタル無線通信に係り、特に情報伝送効率を維持しつつ、伝送路の変動に対する追従特性を改善できる通信システム及び基地局装置及び移動局装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】無線通信において、受信側では送信局から到来する波（直達波）の他に、建物等に反射してから到来する波が重畳されて受信される、いわゆるマルチパス・フェージングの問題がある。PDC (Personal Digital Cellular) やPHS (Personal Handy-phone System) に代表される携帯電話システムでは、異なる指向方向を持つ複数の指向性アンテナから成るセクタアンテナを備え、基地局 (BS) と移動局 (MS) の位置的関係から当該セクタアンテナの中で最適な指向性を持つに至ったアンテナに逐次切り替えることにより、建物等に反射して到来する波の影響を最小にしてマルチパス・フェージングの軽減を図っていた。

【0003】具体的には、基地局 (BS) と移動局 (MS) との間において、上り通信 (MS送信、BS受信) ではセクタアンテナにおける各アンテナの受信信号から最適 (受信電力最大) となるアンテナに切り替えて受信するアンテナ選択ダイバーシチ、あるいは各アンテナ受信信号を最大比合成する合成ダイバーシチ等の技術を用いることにより特性改善ができる。

【0004】また、下り通信 (BS送信、MS受信) においては、PHSで採用しているTDD (Time Division Duplex) 方式 (送受に同一周波数を用いて時間多重) の特徴である、送受の伝搬路変動が短時間区間での同一性を利用して、上りの受信電力最大となるセクタアンテナにおけるアンテナを選択して下り送信することにより、準最適な指向制御が可能となる。

【0005】しかし、PDCのように上りと下りで異なる周波数を用いるFDD (Frequency Division Duplex) 方式の場合、送受の伝搬路変動が同一と見なせなくなるため、最適な指向方向を得るためには基地局 (BS) の送信アンテナの指向方向を順次スキャンさせ、移動局 (MS) で受信電力最大となる指向方向を情報としてフィードバックする等の方法が必要となっていた。

【0006】ここで、従来のFDDを用いた指向方向制御方式について図7、図8を用いて説明する。図7は、従来のFDDを用いた指向方向制御方式の説明例図であり、図8は、ビーム選択の過程を説明する説明例図である。図7に示すように、基地局 (BS) は移動局 (MS) に対して送信周波数  $f_1$  で送信を行うものとする。送信する信号は送信情報データと、パイロットビームとして基地局 (BS) から異なる8方向の送信指向特性を持つアンテナビーム1～ビーム8を順次、送信スロット毎に時間を区切って、切り替え出力するものである。図8は、各ビームのMS受信電力の状態を、縦軸に受信電力、横軸に時間として表現したものである。

【0007】各ビームの送信信号は送信方向が異なるため、異なる伝搬路を通過することになる。従って、移動局 (MS) では、各ビームの信号が異なる伝搬路変動を受けて受信されることになる。そして、移動局 (MS) では各スロットのパイロットビームを識別し、受信電力最大となる最適ビーム番号を検出する。この最適ビーム番号を上り送信情報の一部に組み込み、基地局 (BS) に送信する。

【0008】基地局 (BS) では移動局 (MS) より送信された最適ビーム番号に従って、送信情報データの送信に用いるビームを決定する。このような制御により、BS送信周波数  $f_1$  の伝搬路変動を検出し、移動局 (MS) での受信電力が最大となる最適ビームを選択できる。これにより、パス選択ダイバーシチ効果を得ることができるものである。

【0009】次に、FDD方式における従来の指向方向制御方式に用いられる基地局装置と移動局装置について図9、図10を用いて説明する。図9は、従来の基地局装置の構成ブロック図であり、図10は、従来の移動局装置の構成ブロック図である。基地局装置は、図9に示すように、パイロットビーム送信用データ生成器1と、スロットデータ生成器2と、変調器3と、RF部4と、アンテナ選択制御器5と、ビームアンテナ群6と、検波器7と、最適ビーム情報検出器8とから構成されている。

【0010】基地局装置の各部を具体的に説明する。パイロットビーム送信用データ生成器1は、パイロットビーム送信用データを生成してスロットで生成器2に出力する。スロットデータ生成器2は、外部から送信情報データとパイロットビーム送信用データ生成器1からパイロットビーム送信用データを入力し、パイロットビーム送信用データと送信情報データとから構成されるスロットデータを発生する。

【0011】変調器3は、スロットデータ生成器2からスロットデータを入力し、変調を行って変調信号をRF部4に出力する。RF部4は、変調器3から変調信号を入力し、RF (Radio Frequency : 無線周波数) 帯信号に変換してビームアンテナ群6に出力する。

【0012】ビームアンテナ群6は、全360度方向を8方向程度に均等に指向方向区分するビームアンテナを備えたアンテナ群であり、アンテナ選択制御器5からのアンテナ選択の指示により、アンテナ群の何れか1つのアンテナを選択し、当該アンテナにて発生するビームにて送信周波数  $f_1$  で下り送信出力する。

【0013】上り受信では、後述のMS送信信号を受信周波数  $f_2$  でビームアンテナ群6が受信し、RF部4が受信信号を低域変換し、検波器7がベースバンド信号に変換し、最適ビーム情報検出器8が移動局 (MS) からの受信データに含まれる最適ビーム情報を検出してアンテナ選択制御器5に出力する。

【0014】アンテナ選択制御器5は、パイロットビーム部分の出力時に、ビームアンテナ群6におけるパイロットビーム方向のアンテナを、送信情報データ出力時には、ビームアンテナ群6における最適ビーム方向のアンテナを選択するようにビームアンテナ群6を制御するものである。

【0015】また、移動局装置は、図10に示すように、アンテナ9と、RF部10と、検波器11と、各ビーム受信レベル検出器12と、最適ビーム番号検出器13と、変調器14とから構成される。

【0016】移動局装置の各部について具体的に説明する。アンテナ9は基地局からの信号を受信し、RF部10はアンテナ9で受信した信号から受信周波数 $f_1$ の受信信号を検出し、検波器11はRF部10で検出された受信信号を低域周波数変換して移動局受信信号に変換し、各ビーム受信レベル検出器12に出力する。

【0017】各ビーム受信レベル検出器12は、検波器11で変換された移動局受信信号から各スロットに含まれるパイロットビームの受信レベルを検出する。更に、最適ビーム番号検出器13は、全8方向のパイロットビームの受信レベルを比較し、最大受信レベルを持つパイロットビームを検出して最適ビームとしそのビーム番号を変調器14に出力する。

【0018】変調器14は、最適ビーム番号検出器13からのビーム番号を入力し、送信情報の一部に最適ビーム番号を含めて変調信号としてRF部10に出力する。そして、RF部10は、変調器14からの変調信号を入力し、送信周波数 $f_2$ に高域周波数変換し、アンテナ9に出力する。アンテナ9は送信周波数 $f_2$ の信号をMS送信信号として送信する。

【0019】このように、常に移動局装置での受信レベルが最大となる方向にビームを向けることにより、伝搬路変動に追従して高品質な情報伝送が実現できるものである。

【0020】次に、基地局装置からのBS送信スロットの信号フォーマット例を図11、図12を用いて説明する。図11は、基地局装置からの送信スロットの信号フォーマット例を示す図であり、図12は、基地局装置からの送信スロットの別の信号フォーマット例を示す図である。図11に示す例では、1スロット内にビーム1～ビーム8の全方向（8方向）パイロットビームを埋め込んで移動局装置にスキャンさせる方式であり、図12に示す例では、1スロット内に埋め込むパイロットビームは一方向のビームのみとし、8スロットに渡って順次ビーム番号1から8まで埋め込む方式である。尚、両者とも、送信情報には、移動局（MS）より指示されたビーム方向にて送信される送信データが含まれている。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の基地局装置と移動局装置との間の通信方法では、以

下に示す問題点があった。図11の方式では、1スロット内で最適なビームを検出できるため伝搬路の変動に対する追従特性に優れているという利点はあるものの、スロット全体に対するパイロットビーム用データが占める量が多くなり、冗長なデータ送信となって情報伝送効率が悪くないという問題点があった。

【0022】また、図12の方式では、1スロット内に占めるビームのための送信区間を小さくできるため、情報伝送効率の低下を軽減できるという利点はあるが、8スロットに渡ってパイロットビームの受信電力を検出しなければ最適ビームを選択できず、伝送路の変動に対する追従特性が悪くないという問題点があった。

【0023】本発明は上記実情に鑑みて為されたもので、情報伝送効率を維持しつつ、伝送路の変動に対する追従特性を改善できる通信システム及び基地局装置及び移動局装置を提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記従来例の問題点を解決するための請求項1記載の発明は、通信システムにおいて、複数の異なる指向方向の中から平均化した受信品質が良好な上位の指向方向を候補とし、当該候補の指向方向にて送信される信号部分を送信信号に組み込んで送信する基地局装置と、前記信号部分から最適指向方向を選択し、当該最適指向方向の情報を前記基地局装置に送信する移動局装置とを備えることを特徴としている。

【0025】上記従来例の問題点を解決するための請求項2記載の発明は、基地局装置において、複数の異なる指向性を持つアンテナを介して受信した信号における指向方向毎の品質を平均化し、当該平均化した結果から前記複数の指向方向の中から品質良好な上位複数の候補として選択し、前記選択した複数の候補の指向方向を検出するためのものであって当該指向方向にて各々送信される信号を送信信号に組み込んで送信することを特徴としている。

【0026】上記従来例の問題点を解決するための請求項3記載の発明は、移動局装置において、請求項2記載の基地局装置から送信された送信信号を受信し、前記受信した信号に含まれる複数の候補の指向方向を検出するための信号について受信品質を検出して、受信品質の最も良い指向方向を最適指向方向として選択し、当該最適指向方向を示す情報を前記基地局装置への送信信号に組み込んで送信することを特徴としている。

【0027】上記従来例の問題点を解決するための請求項4記載の発明は、通信システムにおいて、請求項2記載の基地局装置と、請求項3記載の移動局装置とを備え、前記基地局装置が、前記移動局装置から受信した信号から最適指向方向を示す情報を取得すると共に、前記受信信号から指向方向における上位複数の候補を選択し、前記移動局装置への送信信号に前記複数の候補の指向方向を検出するためのものであって当該指向方向にて各

10

20

30

40

50

々送信される信号を組み込み、更に前記送信信号における送信データを前記最適指向方向を示す情報に従って当該指向方向にて送信する基地局装置であることを特徴としている。

【0028】上記従来例の問題点を解決するための請求項5記載の発明は、基地局装置において、水平面上に送信及び受信の指向方向を均等に配分するように複数の指向性アンテナを配置して成るビームアンテナ素子群と、前記ビームアンテナ素子群から一つのアンテナ素子を切替選択することで選択アンテナを特定するアンテナ選択制御器と、パイロットビーム送信用データを生成するパイロットビーム送信用データ生成器と、前記パイロットビーム送信用データと送信情報を含んだスロット構成データを生成するスロットデータ生成器と、前記スロット構成データを送信ベースバンド信号に変換出力する変調器と、前記送信ベースバンド信号を無線周波数 $f_1$ に変換し、前記選択アンテナに出力すると共に、前記選択アンテナに無線周波数 $f_2$ で受信した信号を受信ベースバンド信号として出力するRF部と、前記ビームアンテナ素子群の各アンテナ素子に無線周波数 $f_2$ で受信した信号のレベルを各ビーム受信レベルとして検出する各ビーム受信レベル検出回路と、前記各ビーム受信レベルを時間平均し、各ビーム平均レベルを出力する各ビーム受信レベル平均化回路と、前記各ビーム平均レベルから受信レベルの大きい順に予め指定された複数のビーム候補を選択し、当該選択した複数のビーム候補として出力するビーム候補選択回路と、前記受信ベースバンド信号を受信ビットデータに変換する検波器と、前記受信ビットデータのうち送信情報を送信する区間に使用する選択アンテナを決定する最適ビーム情報を検出する最適ビーム情報検出器とを備え、前記アンテナ選択制御器が、前記スロット構成データのうち前記パイロットビーム送信データの送信区間では1スロット毎に前記複数のビーム候補を各々選択するよう前記選択アンテナを切り替え、前記情報情報の送信区間では前記最適ビーム情報により前記選択アンテナを切り替えるアンテナ選択制御器であることを特徴としている。

【0029】上記従来例の問題点を解決するための請求項6記載の発明は、移動局装置において、請求項5記載の基地局装置からの送信信号を無線周波数 $f_1$ で受信し、前記基地局装置への送信信号を無線周波数 $f_2$ で送信する移動局アンテナと、前記移動局アンテナから無線周波数 $f_1$ の受信信号を受信ベースバンド信号として出力すると共に、送信ベースバンド信号を無線周波数 $f_2$ に変換して前記移動局アンテナに出力するRF部と、前記受信ベースバンド信号を受信ビットデータに変換する検波器と、前記受信ビットデータの中から2つのビーム候補の受信レベルを比較するビーム候補受信レベル比較器と、前記2つのビーム候補の受信レベルの中で受信レベル最大となるビームを選択し、当該選択した内容を最

適ビーム情報として出力する最適ビーム選択回路と、前記最適ビーム情報を変調情報に組み込んでベースバンド信号に変換して前記RF部に出力する変調器とを備えることを特徴としている。

【0030】上記従来例の問題点を解決するための請求項7記載の発明は、基地局装置において、水平面上に送信及び受信の指向方向を均等に配分するように複数の指向性アンテナを配置して成るビームアンテナ素子群と、前記ビームアンテナ素子群から一つのアンテナ素子を切替選択することで選択アンテナを特定するアンテナ選択制御器と、パイロットビーム送信用データを生成するパイロットビーム送信用データ生成器と、前記パイロットビーム送信用データと送信情報を含んだスロット構成データを生成するスロットデータ生成器と、前記スロット構成データを送信ベースバンド信号に変換出力する変調器と、前記送信ベースバンド信号を無線周波数 $f_1$ に変換し、前記選択アンテナに出力すると共に、前記選択アンテナに無線周波数 $f_2$ で受信した信号を受信ベースバンド信号として出力するRF部と、前記ビームアンテナ素子群の各アンテナ素子に無線周波数 $f_2$ で受信した信号をスロット周期より高速に順次選択する切り替えを行いながら出力すると共に、選択したアンテナを特定する情報を順次出力するアンテナスキャン回路と、前記アンテナスキャン回路から順次入力される受信した信号のレベルをビーム受信レベルとして検出し、前記選択したアンテナを特定する情報に従って順次出力する受信レベル検出回路と、前記受信レベル検出回路から順次入力される各ビーム受信レベルを時間平均し、各ビーム平均レベルを出力する各ビーム受信レベル平均化回路と、前記各ビーム平均レベルから受信レベルの大きい順に予め指定された複数のビーム候補を選択し、当該選択した複数のビーム候補として出力するビーム候補選択回路と、前記受信ベースバンド信号を受信データに変換する検波器と、前記受信データのうち送信情報を送信する区間に使用する選択アンテナを決定する最適ビーム情報を検出する最適ビーム情報検出器とを備え、前記アンテナ選択制御器が、前記スロット構成データのうち前記パイロットビーム送信データの送信区間では1スロット毎に前記複数のビーム候補を各々選択するよう前記選択アンテナを切り替え、前記情報情報の送信区間では前記最適ビーム情報により前記選択アンテナを切り替えるアンテナ選択制御器であることを特徴としている。

【0031】上記従来例の問題点を解決するための請求項8記載の発明は、基地局装置において、複数の無指向性アンテナを配列して成る無指向性アンテナ素子群と、前記無指向性アンテナ素子群を介して送信出力する信号の指向の方向であるビーム方向を特定するアンテナビーム選択制御器と、パイロットビーム送信用データを生成するパイロットビーム送信用データ生成器と、前記パイロットビーム送信用データと送信情報を含んだスロ



ット構成データを生成するスロットデータ生成器と、前記スロット構成データを送信ベースバンド信号に変換する変調器と、送信出力する信号のビーム方向を前記アンテナビーム選択制御器が特定するビーム方向に指向するように前記無指向性アンテナの各々を介して送信出力する送信ベースバンド信号の位相振幅を調整する係数を指定する $W_0$  係数制御器と、前記 $W_0$  係数制御器から入力される係数に基づいて、前記変調器から入力される送信ベースバンド信号を前記無指向性アンテナの数に分岐し、各分岐した信号の位相振幅を調整する第1の位相振幅調整器と、前記第1の位相振幅調整器から各々入力される送信ベースバンド信号を無線周波数 $f_1$  に変換し、対応する前記無指向性アンテナに出力すると共に、前記無指向性アンテナ素子群に無線周波数 $f_2$  で到来する信号を各無指向性アンテナで受信し、各々の受信ベースバンド信号と該受信ベースバンド信号を合成した合成受信ベースバンド信号とを出力するRF部と、予め指定された複数のビーム方向をスロット周期より高速に順次選択して特定しつつ、選択したビーム方向を特定する情報を出力するアンテナビームスキャン回路と、前記アンテナビームスキャン回路が特定するビーム方向から到来する信号を強調して受信できるように前記RF部から各々出力される受信ベースバンド信号の位相振幅を調整する係数を指定する $W_i$  係数制御器と、前記 $W_i$  係数制御器で指定された係数に基づいて、前記RF部から各々出力される受信ベースバンド信号の位相振幅を調整する第2の位相振幅調整器と、前記第2の位相振幅調整器が出力する各々の信号を合成して出力する合成器と、前記合成器から入力される受信した信号のレベルをビーム受信レベルとして検出し、前記選択したビーム方向を特定する情報に従って順次出力する受信レベル検出回路と、前記受信レベル検出回路から順次入力される各ビーム受信レベルを時間平均し、各ビーム平均レベルを出力する各ビーム受信レベル平均化回路と、前記各ビーム平均レベルから受信レベルの大きい順に予め指定された複数のビーム候補を選択し、当該選択した複数のビーム候補として出力するビーム候補選択回路と、前記RF部から合成受信ベースバンド信号を入力して検波し、受信データとして出力する検波器と、前記受信データのうち送信情報を送信する区間に使用するビーム方向を決定する最適ビーム情報を検出する最適ビーム情報検出器とを備え、前記アンテナビーム選択制御器が、前記スロット構成データのうち前記パイロットビーム送信データの送信区間では1スロット毎に前記複数のビーム候補のビーム方向となるよう前記 $W_0$  係数制御器の係数を制御し、前記情報情報の送信区間では前記最適ビーム情報によるビーム方向となるよう前記 $W_0$  係数制御器の係数を制御するアンテナビーム選択制御器であることを特徴としている。

【0032】

【発明の実施の形態】 本発明の実施の形態について図面

を参照しながら説明する。本発明の実施の形態に係る通信システム及び基地局装置及び移動局装置は、一般に送信受信に用いる周波数が異なっていると、短時間では各々のフェージングに相関がなくなるものの、受信信号の到来方向をフェージング周期より長時間で平均化すれば、送信方向の候補を絞り込むことができることに着目し、基地局装置が移動局装置から到来した信号の強度を到来方向ごとに平均化して、複数の候補を選択し、当該候補の数だけパイロットビームを出力し、移動局装置が当該パイロットビームを受信して、適切なビームを検出して基地局装置に情報として送信し、基地局装置が当該情報に基づいて送信データの送信出力に用いるビーム方向を指定するもので、候補の数を少なくしても、最適ビームを使用できる可能性が増大し、伝送品質を維持しつつ、より少ないパイロットビームを用いることにより情報伝送効率を高め、伝搬路変動に対する追従特性を高めることができるものである。

【0033】これは、送受の周波数が異なるため、TDDのように送受伝搬路変動が同一と見なすことはできないのは前述の通りである。ここでフェージングの発生原理から考えてみると、フェージングは複数の到来波の合成によって起こるので、各到来波の位相関係から振幅の変動が発生する。従って送受の波長が違えば異なる位相関係の合成となり、送受のフェージングに相関がないことが知られている。しかし、もう少し長期的に見れば、平均的に到来する電波の方向は周囲環境の建造物等から自ずと決まるので、送受の周波数が異なってもTDDと同様に知ることができる。従って上りの受信信号の到来方向をフェージング周期より長い時間間隔で眺めれば、下りの送信方向も候補を絞り込むことができる。つまり、平均的な到来方向を絞り込むことが可能であるといえる。

【0034】次に、本発明の実施の形態に係る通信システム及び基地局装置及び移動局装置について図1～図6を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る基地局装置（第1の基地局装置）の構成ブロック図であり、図2は、本発明の実施の形態に係る移動局装置の構成ブロック図であり、図3は、本発明の別の実施の形態に係る基地局装置（第2の基地局装置）の構成ブロック図であり、図4は、本発明の別の実施の形態に係る基地局装置（第3の基地局装置）の構成ブロック図であり、図5は、本発明の実施の形態に係る基地局装置からの送信スロットの信号フォーマット例を示す図であり、図6は、誤り率特性を示す図である。

【0035】本発明の実施の形態に係る通信システムは、基本的に、パイロットビームを指向性の方向（ビーム方向）を切り替えつつ送信出力し、どのビーム方向が適切であったかを示す情報（最適ビーム情報）を受信し、当該最適ビーム情報に基づいてアンテナを選択して、送信データを送信出力する基地局装置と、基地局装

置がビーム方向を切り替えつつ送信出力したパイロットビームを受信し、適切なビーム方向がどれであったかを示す情報として最適ビーム情報を送信出力する移動局装置とから構成されているものである。

【0036】これら基地局装置と移動局装置との構成について、それぞれ説明すると、まず本発明の実施の形態に係る移動局装置は、図2に示すように、アンテナ112と、RF部113と、検波器114と、ビーム候補受信レベル比較器115と、最適ビーム選択回路116と、変調器117とから構成されている。

【0037】以下、これらの各部を具体的に説明する。RF部113は、アンテナ112に基地局装置から到来した周波数 $f_1$ の信号を受信して検波器114に出力するものであり、また、変調器117から入力された上り送信ベースバンド信号を周波数 $f_2$ のRF帯信号（無線周波数帯域の信号）に変換してアンテナ112を介して送信出力するものである。

【0038】検波器114は、RF部113から入力される受信信号を低域周波数変換して移動局受信信号として、ビーム候補受信レベル比較器115に出力するものである。

【0039】ビーム候補受信レベル比較器115は、検波器114から入力された移動局受信信号から複数のパイロットビームのそれぞれの受信レベルを検出して、最適ビーム選択回路116に出力するものである。

【0040】最適ビーム選択回路116は、ビーム候補受信レベル比較器115から入力される受信レベルのうち、受信レベルが最大となるパイロットビームを選択し、最適ビーム情報として変調器117に出力するものである。

【0041】変調器117は、最適ビーム選択回路116から最適ビーム情報の入力を受けて変調し、RF部113に出力するものである。尚、検波器114は、パイロットビームの他、基地局装置から受信した音声信号などを出力しており、また、変調器117は、外部から入力される音声信号を変調してRF部113に出力するものであるが、ここでは、説明を簡単にするために、当該部分を省略している。

【0042】ここで、本発明の実施の形態に係る移動局装置の動作について説明する。基地局装置からアンテナ112に到来した信号は、RF部113により受信され、検波器114により低域周波数変換されて、移動局受信信号となり、ビーム候補受信レベル比較器115に出力される。

【0043】すると、ビーム候補受信レベル比較器115が、入力された移動局受信信号のうち、複数のパイロットビームの受信レベルをそれぞれ検出して、最適ビーム選択回路116に出力する。

【0044】そして、最適ビーム選択回路116が入力された受信レベルのうち、最大のものを選択して、最適

ビーム情報をして変調器117に出力する。

【0045】すると、変調器117が、最適ビーム情報を変調してRF部113に出力し、RF部113がRF帯信号に変換してアンテナ112を介して基地局装置に送信出力するようになる。

【0046】また、本発明の実施の形態に係る第1の基地局装置は、ビーム方向を切り替えるにあたって、各ビーム方向に指向した複数のビームアンテナを用いるもので、図1に示すように、パイロットビーム送信用データ生成器101と、スロットデータ生成器102と、変調器103と、RF部104と、アンテナ選択制御器105と、ビームアンテナ群106と、検波器107と、最適ビーム情報検出器108と、各ビーム受信レベル検出回路109と、各ビーム受信レベル平均化回路110と、ビーム選択回路111とから構成されている。

【0047】以下、基地局装置の各部を具体的に説明する。パイロットビーム送信用データ生成器101は、パイロットビームに用いるデータ（パイロットビーム送信用データ）を予め指定された数だけ生成して、スロットデータ生成器102に出力するものである。

【0048】スロットデータ生成器102は、送信情報データとパイロットビーム用送信データとの入力を受けて、後に説明するスロットを形成し、スロットデータとして変調器103に出力するものである。

【0049】アンテナ選択制御器105はパイロットビーム部出力時にパイロットビーム方向のビームアンテナを、送信情報データ出力時には、最適ビーム方向のビームアンテナを選択するように制御する。

【0050】変調器103は、スロットデータ生成器102から入力されるスロットデータを変調して、RF部104に出力するものである。

【0051】RF部104は、変調器103から入力された信号を周波数 $f_1$ のRF帯信号（無線周波数帯域の信号）に変換して、ビームアンテナ群106を構成する複数のアンテナのうち、後に説明するアンテナ選択制御器105が指定する1つのアンテナを介して、下り送信信号として周波数 $f_1$ にて送信出力するものである。

【0052】また、RF部104は、ビームアンテナ群106を構成するアンテナのうちアンテナ選択制御器105が指定する1つのアンテナを介して、周波数 $f_2$ で移動局装置から到来した信号を受信し、上り受信信号として検波器107に出力するものである。

【0053】アンテナ選択制御器105は、ビーム方向を指定するものであり、ビームアンテナ群106を構成する複数のアンテナのうち、一つのアンテナを指定するものである。

【0054】アンテナ選択制御器105は、具体的には、基地局装置がパイロットビームを出力する時には、ビーム選択回路111から複数のビーム候補の入力を受けて、当該ビーム候補に示されたビーム方向に指向した

アンテナを順次指定するものである。また、アンテナ選択制御器105は、送信情報データを出力するときには、最適ビーム情報検出器108から入力されるビーム方向に指向したアンテナを指定するものである。

【0055】ビームアンテナ群106は、指向性のあるアンテナ（ビームアンテナ）の集合であり、全360度方向を例えば8つの方向に区切るとすると、40度ごとの放射状に指向性を有するビームアンテナが配置されていることとなる。

【0056】検波器107は、RF部104から入力された上り受信信号を検波して、受信データとして最適ビーム情報検出器108に出力するものである。また、検波器107が出力する信号は、受信した音声信号として処理されるものであるが、図1では簡単のため、当該処理を行う部分を省略している。

【0057】最適ビーム情報検出器108は、検波器107から入力された受信データから最適ビーム情報を検出し、当該最適ビーム情報に示されるビーム方向をアンテナ選択制御器105に出力するものである。

【0058】各ビーム受信レベル検出回路109は、ビームアンテナ群106を構成する各ビームアンテナに移動局装置から周波数 $f_2$ で到来する信号の受信レベルを検出して、各ビーム受信レベル平均化回路110に出力するものである。

【0059】即ち、各ビーム受信レベル検出回路109は、ビームアンテナが8つの場合には、これら8つのビームアンテナに到来する信号の受信レベルを一斉に検出して各ビーム受信レベル平均化回路110に出力するようになっている。

【0060】各ビーム受信レベル平均化回路110は、各ビームアンテナごとに入力された到来した信号の受信レベルを逐次平均化して、各々の平均受信レベルを算出するものである。

【0061】ビーム選択回路111は、各ビーム受信レベル平均化回路110が算出した平均受信レベルのうち、最大のもの（最大受信ビーム）から大きい順に予め指定された数のビームアンテナを特定する信号をビーム候補としてアンテナ選択制御器105に出力するものである。

【0062】つまり、ビーム選択回路111は、2つの候補を出力するように指定されている場合には、平均受信レベルが最大のものとなるビームアンテナのビーム方向を特定する信号と次善のものとなるビームアンテナのビーム方向を特定する信号とをビーム候補として出力するようになる。

【0063】ここで、第1の基地局装置の動作について説明する。尚、以下の説明においては、ビーム候補の数として2つが指定されているものとする。

【0064】まず、スロットデータ生成器102がパイロットビーム送信用データ生成器101からパイロット

ビーム送信用データの入力を受けて、また、外部から送信情報データの入力を受けて、図5に示すようなフォーマットの送信スロットを形成して、スロットデータとして変調器103に出力する。

【0065】すると、変調器103が当該スロットデータを変調して、上り送信ベースバンド信号として、RF部104に出力し、RF部104が当該上り送信ベースバンド信号をRF帯信号に変換して、アンテナ選択制御器105が指定するビームアンテナを介して送信出力する。

【0066】一方、ビームアンテナ群106に周波数 $f_2$ にて移動局装置から到来した信号は、RF部104によって受信されて、検波器107に出力される。

【0067】そして、検波器107がRF部104から入力された信号を検波して受信データとして出力し、最適ビーム情報検出器108が受信データから最適ビーム情報を検出して、当該情報に表される送信方向をアンテナ選択制御器105に出力する。

【0068】また、各ビーム受信レベル検出回路109がビームアンテナ群106に移動局装置から到来する周波数 $f_2$ の信号の受信レベルを各々ビームアンテナごとに検出し、各ビーム受信レベル平均化回路110が当該検出された受信レベルを各ビームアンテナごとに平均化し、ビーム選択回路111が当該平均化された受信レベルの大きい順に予め指定された2つ（最大のものと次善のもの）のビームの方向をビーム候補としてアンテナ選択制御器105に出力する。

【0069】すると、RF部104がRF帯信号に変換したスロットデータのうち、パイロットビーム送信用データを出力するタイミングで、アンテナ選択制御器105がビーム選択回路111から入力される複数のビーム候補に従ってビームアンテナ群106から最大の受信レベルとなったビームアンテナと次善の受信レベルとなったビームアンテナとを順次切り替えて指定し、パイロットビーム送信用データがそれぞれ、当該指定された2つのアンテナを介して出力されるようになる。

【0070】また、RF部104がRF帯信号に変換したスロットデータのうち、送信データを出力するタイミングで、アンテナ選択制御器105が最適ビーム情報検出器108から入力される送信方向のビームアンテナを指定するようになり、送信データは、当該ビームアンテナを介して送信出力されるようになる。

【0071】このような第1の基地局装置によれば、伝送品質を維持しつつ、ビーム候補をアンテナの数に比べて少なくすることができ、より少ないパイロットビームを用いることにより情報伝送効率を高め、伝搬路変動に対する追従特性を高めることができる効果がある。

【0072】次に、本発明の実施の形態に係る第2の基地局装置について説明する。第2の基地局装置は、ビーム方向を切り替えるにあたって、各ビーム方向に指向し

た複数のビームアンテナを用いるもので、各ビームアンテナからの受信信号を逐次切り替え選択するアンテナスキャン回路を用いたもので、図3に示すように、パイロットビーム送信用データ生成器121と、スロットデータ生成器122と、変調器123と、RF部124と、アンテナ選択制御器125と、ビームアンテナ群126と、検波器127と、最適ビーム情報検出器128と、アンテナ切替回路130と、アンテナスキャン回路131と、受信レベル検出回路132と、各ビーム受信レベル平均化回路133と、ビーム選択回路134とから構成されているものである。

【0073】以下、各部を具体的に説明するが、パイロットビーム送信用データ生成器121と、スロットデータ生成器122と、変調器123と、RF部124と、アンテナ選択制御器125と、ビームアンテナ群126と、検波器127と、最適ビーム情報検出器128とは、それぞれ第1の基地局装置のパイロットビーム送信用データ生成器101と、スロットデータ生成器102と、変調器103と、RF部104と、アンテナ選択制御器105と、ビームアンテナ群106と、検波器107と、最適ビーム情報検出器108と同様のものであり、各ビーム受信レベル平均化回路133と、ビーム選択回路134とは、第1の基地局装置の各ビーム受信レベル平均化回路110と、ビーム選択回路111と同様のものであるため、これらの説明を省略する。

【0074】アンテナ切替回路130は、アンテナスキャン回路131から指定されたビームアンテナに到来する信号を受信レベル検出回路132に出力するものである。

【0075】アンテナスキャン回路131は、ビームアンテナ群126を構成する各ビームアンテナを順次周期的に指定するとともに、現在指定しているビームアンテナがどれであることを示す情報を受信レベル検出回路132に出力するものである。

【0076】受信レベル検出回路132は、アンテナ切替回路130から入力される信号を受信し、当該受信した信号の受信レベルを検出し、アンテナスキャン回路131から入力される、現在指定しているビームアンテナがどれであることを示す情報に従って、当該情報に示されるビームアンテナに到来した信号の受信レベルとして、各ビーム受信レベル平均化回路133に出力するものである。

【0077】ここで、第2の基地局装置の動作について説明する。尚、以下の説明においては、ビーム候補の数として2つが指定されているものとする。

【0078】まず、スロットデータ生成器122がパイロットビーム送信用データ生成器121からパイロットビーム送信用データの入力を受けて、また、外部から送信情報データの入力を受けて、図5に示すようなフォーマットの送信スロットを形成して、スロットデータとし

て変調器123に出力する。

【0079】すると、変調器123が当該スロットデータを変調して、上り送信ベースバンド信号として、RF部124に出力し、RF部124が当該上り送信ベースバンド信号をRF帯信号に変換して、アンテナ選択制御器125が指定するビームアンテナを介して送信出力する。

【0080】また、ビームアンテナ群126に周波数 $f_2$ にて移動局装置から到来した信号は、RF部124によって受信されて、検波器127に出力される。

【0081】そして、検波器127がRF部124から入力された信号を検波して受信データとして出力し、最適ビーム情報検出器128が受信データから最適ビーム情報を検出して、当該情報に表される送信方向をアンテナ選択制御器125に出力する。

【0082】一方、アンテナスキャン回路131が各ビームアンテナを順次周期的に指定するとともに、現在指定しているビームアンテナがどれであることを示す情報を受信レベル検出回路132に出力する。

【0083】そして、アンテナ切替回路130がアンテナスキャン回路131が指定するビームアンテナに到来する信号を受信レベル検出回路132に出力するようになり、受信レベル検出回路132が、アンテナ切替回路130を介して入力される信号の受信レベルを検出し、アンテナスキャン回路131から入力される現在指定しているビームアンテナがどれであることを示す情報に従って、当該ビームアンテナに到来した受信レベルとして、各ビーム受信レベル平均化回路133に出力する。

【0084】つまり、各ビームアンテナに到来した信号は、アンテナスキャン回路131とアンテナ切替回路130との働きによって、順次時分割的に受信レベル検出回路132に出力され、受信レベル検出回路132が順次これらの受信レベルを検出して、各ビームアンテナに到来した信号の受信レベルとして分岐して各ビーム受信レベル平均化回路133に出力するようになっている。

【0085】そして、各ビーム受信レベル平均化回路133が当該各ビームアンテナごと検出された受信レベルを各々平均化し、ビーム選択回路134が当該平均化された受信レベルの大きい順に予め指定された2つ（最大のものと次善のもの）のビームの方向をビーム候補としてアンテナ選択制御器125に出力する。

【0086】そして、RF部124がRF帯信号に変換したスロットデータのうち、パイロットビーム送信用データを出力するタイミングで、アンテナ選択制御器125がビーム選択回路134から入力される複数のビーム候補に従ってビームアンテナ群126から最大の受信レベルとなったビームアンテナと次善の受信レベルとなったビームアンテナとを順次切り替えて指定し、パイロットビーム送信用データがそれぞれ、当該指定された2つのアンテナを介して出力されるようになる。

【0087】また、RF部124がRF帯信号に変換したスロットデータのうち、送信データを出力するタイミングで、アンテナ選択制御器125が最適ビーム情報検出器128から入力される送信方向のビームアンテナを指定するようになり、送信データは、当該ビームアンテナを介して送信出力されるようになる。

【0088】このような第2の基地局装置によれば、各ビームアンテナに到来した信号の強度を一斉に検出する代わりに、アンテナ切替回路130とアンテナスキャン回路131とが時分割的に各ビームアンテナを指定し、受信レベル検出回路132が当該指定されたビームアンテナに到来した信号の受信レベルを検出するようになっているもので、伝送品質を維持しつつ、ビーム候補をアンテナの数に比べて少なくすることができ、より少ないパイロットビームを用いることにより情報伝送効率を高め、伝搬路変動に対する追従特性を高めることができる効果があり、さらに受信レベル検出回路を一つにして、回路構成を簡略にできる効果がある。

【0089】さらに、本発明の実施の形態に係る第3の基地局装置について説明する。第3の基地局装置は、複数の指向性を有しないアンテナを用いたアダプティブアレイアンテナを用いてビーム方向を指定するもので、図4に示すように、パイロットビーム送信用データ生成器141と、スロットデータ生成器142と、変調器143と、第1の位相振幅調整器144と、RF部145と、複数の無指向性アンテナを具備する無指向性アンテナ群146と、検波器147と、最適ビーム情報検出器148と、アンテナビーム選択制御器149と、 $W_0$ 係数制御器150と、第2の位相振幅調整器151と、合成器152と、 $W_i$ 係数制御器153と、受信レベル検出回路154と、各ビーム受信レベル平均化回路155と、ビーム選択回路156と、アンテナビームスキャン回路157とから構成されている。

【0090】以下、各部を具体的に説明するが、パイロットビーム送信用データ生成器141と、スロットデータ生成器142と、変調器143と、検波器147と、最適ビーム情報検出器148と、アンテナビーム選択制御器149と、受信レベル検出回路154と、各ビーム受信レベル平均化回路155と、ビーム選択回路156と、アンテナビームスキャン回路157とは、それぞれ第2の基地局装置のパイロットビーム送信用データ生成器121と、スロットデータ生成器122と、変調器123と、検波器127と、最適ビーム情報検出器128と、アンテナ選択制御器125と、受信レベル検出回路132と、各ビーム受信レベル平均化回路133と、ビーム選択回路134と同様のものであるため、説明を省略する。

【0091】尚、以下の説明において、第1の位相振幅調整器144と、アンテナビーム選択制御器149と、 $W_0$ 係数制御器150と、RF部145と、無指向性ア

ンテナ群146とをまとめて、送信用アダプティブアレイアンテナと称し、RF部145と、無指向性アンテナ群146と、第2の位相振幅調整器151と、合成器152と、 $W_i$ 係数制御器153とを受信用のアダプティブアレイアンテナとをまとめて、受信用アダプティブアレイアンテナと称する。

【0092】ここで、送信用アダプティブアレイアンテナとは、複数の無指向性アンテナに対し、各アンテナを介して送信出力する信号の位相振幅を調整することにより、指向性のあるビームを形成するものであり、受信用アダプティブアレイアンテナとは、複数の無指向性アンテナに到来する信号をそれぞれ受信し、それぞれの位相振幅を調整しつつこれを合成して指向性のある受信を可能とするものである。

【0093】第1の位相振幅調整器144は、無指向性アンテナ群146を構成する無指向性アンテナの数に対応する乗算器を具備し、後に説明する $W_0$ 係数制御器150から当該乗算器ごとに $W_0$ 係数の入力を受けて、各乗算器において、変調器143から入力される変調された信号と当該 $W_0$ 係数とを乗算して、RF部145に出力するものである。

【0094】つまり、第1の位相振幅調整器144は、無指向性アンテナ群146の各アンテナから送信出力する変調された信号の振幅を $W_0$ 係数に基づいて調整するものであり、これにより、送信信号のビーム方向を調整するようになるものである。

【0095】RF部145は、第1の位相振幅調整器144から入力される乗算された信号の各々をRF帯信号に変換し、無指向性アンテナ群146の、それぞれ対応するアンテナを介して周波数 $f_1$ にて送信出力するものである。

【0096】また、RF部145は、無指向性アンテナ群146の各アンテナを介して周波数 $f_2$ にて到来した信号を低域周波数に変換して、それぞれ第2の位相振幅調整器151に出力するものである。

【0097】 $W_0$ 係数制御器150は、アンテナビーム選択制御器149から入力されるビーム方向に指向性を有することとなるように、 $W_0$ 係数の組を選択して、第1の位相振幅調整器144に出力するものである。

【0098】第2の位相振幅調整器151は、RF部145から入力される、各アンテナを介して受信した信号の各々と、それに対応して入力される $W_i$ 係数とをそれぞれ乗算して出力するものである。合成器152は、第2の位相振幅調整器151から入力される各々の乗算の結果を加算合成して、出力するものである。

【0099】つまり、第2の位相振幅調整器151と合成器152とは、無指向性アンテナ群146の各アンテナを介して受信された信号の振幅を $W_i$ 係数に基づいて調整し、加算合成することにより、特定の方向から到来した受信信号を強調するようになっており、いわば、受

信信号のビーム方向を調整するようになるものである。

【0100】Wi 係数制御器153は、アンテナビームスキャン回路157から入力されるビーム方向に従って、当該ビーム方向の受信信号を強調することができるようにWi 係数の組を選択して第2の位相振幅調整器151に出力するものである。

【0101】ここで、第3の基地局装置の動作について、ビーム候補の数として2つが指定されているものとして説明する。まず、スロットデータ生成器142がパイロットビーム送信用データ生成器141からパイロットビーム送信用データの入力を受けて、また、外部から送信情報データの入力を受けて、図5に示すようなフォーマットの送信スロットを形成して、スロットデータとして変調器143に出力する。

【0102】すると、変調器143が当該スロットデータを変調して、上り送信ベースバンド信号として、第1の位相振幅調整器144に出力する。一方、アンテナビーム選択制御器149がパイロットビーム送信用データを送信出力するタイミングでビーム選択回路156から入力されたビーム候補に示されるビーム方向を順次指定し、当該指定されたビーム方向に信号を送信することとなるように、Wo 係数制御器150がWo 係数の組を出力する。

【0103】そして、第1の位相振幅調整器144が、上り送信ベースバンド信号をアンテナの数だけ分岐し、各々に対応するWo 係数を乗算して、RF部145に出力する。すると、RF部145が当該乗算された信号をそれぞれRF帯信号に変換して、対応するアンテナを介して送信出力する。

【0104】また、アンテナに周波数 $f_2$ にて移動局装置から到来した信号は、RF部145によって受信されて、検波器147に出力される。

【0105】そして、検波器147がRF部145から入力された信号を検波して受信データとして出力し、最適ビーム情報検出器148が受信データから最適ビーム情報を検出して、当該情報に表される送信方向をアンテナビーム選択制御器149に出力する。

【0106】また、RF部145が、各アンテナに到来した信号をそれぞれ受信して、第2の位相振幅調整器151に出力する一方、アンテナビームスキャン回路157が各ビーム方向を順次周期的に指定するとともに、現在指定しているビーム方向がどれであることを示す情報を受信レベル検出回路154に出力する。

【0107】そして、Wi 係数制御器153が、当該アンテナビームスキャン回路157によって指定された方向から受信した信号を強調するようにWi 係数の組を出力し、第2の位相振幅調整器151がRF部145から入力される各々の信号と対応するWi 係数とを乗算して合成器152に出力し、合成器152がこれらの乗算された信号を加算合成して出力する。

【0108】すると、受信レベル検出回路154が、合成器152を介して入力される信号の受信レベルを検出し、アンテナビームスキャン回路157から入力される現在指定しているビームアンテナがどれであることを示す情報に従って、当該ビームアンテナに到来した受信レベルとして、各ビーム受信レベル平均化回路155に出力する。

【0109】つまり、各ビーム方向から到来した信号は、アンテナビームスキャン回路157とWi 係数制御器153と、第2の位相振幅調整器151と、合成器152との働きによって、順次時分的に受信レベル検出回路154に出力され、受信レベル検出回路154が順次これらの受信レベルを検出して、各ビームアンテナに到来した信号の受信レベルとして分岐して各ビーム受信レベル平均化回路155に出力するようになっている。

【0110】そして、各ビーム受信レベル平均化回路155が当該各ビームアンテナごと検出された受信レベルを各々平均化し、ビーム選択回路156が当該平均化された受信レベルの大きい順に予め指定された2つ（最大のものと次善のもの）のビームの方向をビーム候補としてアンテナビーム選択制御器149に出力する。

【0111】すると、RF部145がRF帯信号に変換したスロットデータのうち、パイロットビーム送信用データを出力するタイミングで、アンテナビーム選択制御器149がビーム選択回路156から入力される複数のビーム候補に従ってビーム方向のうち最大の受信レベルとなったビーム方向と次善の受信レベルとなったビーム方向とを順次切り替えて指定し、パイロットビーム送信用データがそれぞれ、当該指定された2つのビーム方向に出力されるようになる。

【0112】また、RF部145がRF帯信号に変換したスロットデータのうち、送信データを出力するタイミングで、アンテナビーム選択制御器149が最適ビーム情報検出器148から入力される送信方向のビーム方向を指定するようになり、送信データは、当該ビーム方向に対して送信出力されるようになる。

【0113】また、本発明の実施の形態に係る第3の基地局装置における受信用アダプティブアレイアンテナでは、アンテナビームスキャン回路157が指向性の方向を順次変化させつつ指定する信号をWi 係数制御器153に出力するとともに、現在指定している指向性の方向がどれであることを表す信号を受信レベル検出回路154に出力する。

【0114】このような第3の基地局装置によれば、伝送品質を維持しつつ、ビーム候補をアンテナの数に比べて少なくすることができ、より少ないパイロットビームを用いることにより情報伝送効率を高め、伝搬路変動に対する追従特性を高めることができる効果があり、かつ、係数Wi の設定によりビームの形状を任意に設定して、受信干渉波があっても、当該干渉波の到来方向の受



信感度が0となるように、いわゆるヌル点制御をすることができ、上り回線信号の品質をより改善できる効果がある。

【0115】次に、本発明の実施の形態に係る通信システムの動作について説明する。まず、上記の第1～第3の基地局装置が図5に示すようなスロットデータとして、少数のビーム候補のビーム方向に順次パイロットビーム送信用データを送信出力し、続いて予め移動局装置から指定されたビーム方向に対して下り送信データを送信出力する。

【0116】すると、移動局装置が、当該スロットデータを受信して、パイロットビーム送信用データの受信強度が最大となるビーム方向を検出し、当該ビーム方向を指定する最適ビーム情報を変調し、上り送信データと共に送信出力する。

【0117】すると、基地局装置が各ビーム方向から到来する、移動局装置が送信出力した信号の強度を各ビーム方向ごとに検出し、各々平均化して、最大のものから順に任意の数だけのビーム候補を選択し、次のスロットに含まれるパイロットビーム送信用データを順次当該ビーム候補に示されるビーム方向に送信出力する。

【0118】さらに基地局装置が移動局装置から受信した信号から最適ビーム情報を検出して、当該最適ビーム情報に示されるビーム方向に対して下り送信データを送信出力するようになる。

【0119】本発明の実施の形態に係る通信システムによれば、基地局装置が、移動局から各ビーム方向の方面から受信した信号の強度を各ビーム方向ごとに平均化し、少数のビーム候補を検出して、当該ビーム候補のビーム方向にパイロットビームを送信出力し、移動局装置が、当該ビーム候補のビーム方向のうち、最適なビーム方向を検出して、最適ビーム情報として基地局装置に送信出力することで、伝送品質を維持しつつ、より少数のパイロットビームを用いることにより情報伝送効率を高め、伝搬路変動に対する追従特性を高めることができる効果がある。

【0120】

【実施例】本発明の実施の形態に係る通信システムの誤り率特性(BER)について、シミュレーションを行った結果を図6を用いて説明する。図6は、誤り率特性を表す図である。

【0121】図6では、横軸として平均 $E_b/N_0$ をdBの単位でとり、縦軸としてBERをとって、従来方式の8スロット/フレーム繰り返し(8B)と、本発明の通信システム(2スロット/フレーム繰り返しの場合)(2B)とのBERを片対数でプロットしたものである。

【0122】ここで、変調方式はQPSKとし、伝送速度は、153.6Kbpsとし、伝搬路モデルとしては基地局上り受信波の到来方向を10度及び125度の二

方向から独立にレイリーフェージングを受けて受信するとし、最大ドップラー周波数 $f_D$ が20Hzの場合と40Hzの場合とをそれぞれシミュレートしている。

【0123】また、移動局の下り受信波の到来方向は上りと同じだが、上りと下りの伝搬路変動は全く無相関であるものとした。尚、比較のため、レイリーフェージングがある場合の理論値と、選択ダイバーシチの理論値とを合わせてプロットしてある。

【0124】図6に示すように、本発明の通信システム(2スロット/フレーム繰り返しの場合)(2B)は、従来の方式(8B)と比較して、より選択ダイバーシチの理論値に近接して、BERが小さくなっている。

【0125】また、伝搬路変動が早い場合( $E_b/N_0$ が大の部分)では、従来の方式(8B)が最大ドップラー周波数 $f_D$ が20Hz、40Hzの場合の双方でレイリーフェージングの理論値を越えているのに対し、本発明の通信システムでは、いずれの場合もレイリーフェージングの理論値を下回っており、追従特性が改善された結果、誤り率特性の改善が為されていることを示している。

【0126】

【発明の効果】本発明によれば、基地局装置が複数の異なる指向方向の中から平均化した受信品質が良好な上位の指向方向を候補として、当該候補の指向方向にて送信される信号部分を送信信号に組み込んで送信し、移動局装置が信号部分から最適指向方向を選択し、当該最適指向方向の情報を基地局装置に送信する通信システムとしているので、情報伝送効率を維持しつつ、伝送路の変動に対する追従特性を改善できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る基地局装置(第1の基地局装置)の構成ブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る移動局装置の構成ブロック図である。

【図3】本発明の別の実施の形態に係る基地局装置(第2の基地局装置)の構成ブロック図である。

【図4】本発明の別の実施の形態に係る基地局装置(第3の基地局装置)の構成ブロック図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る基地局装置からの送信スロットの信号フォーマット例を示す図である。

【図6】誤り率特性を示す図である。

【図7】従来のFDDを用いた指向方向制御方式の説明例図である。

【図8】ビーム選択の過程を説明する説明例図である。

【図9】従来の基地局装置の構成ブロック図である。

【図10】従来の移動局装置の構成ブロック図である。

【図11】基地局装置からの送信スロットの信号フォーマット例を示す図である。

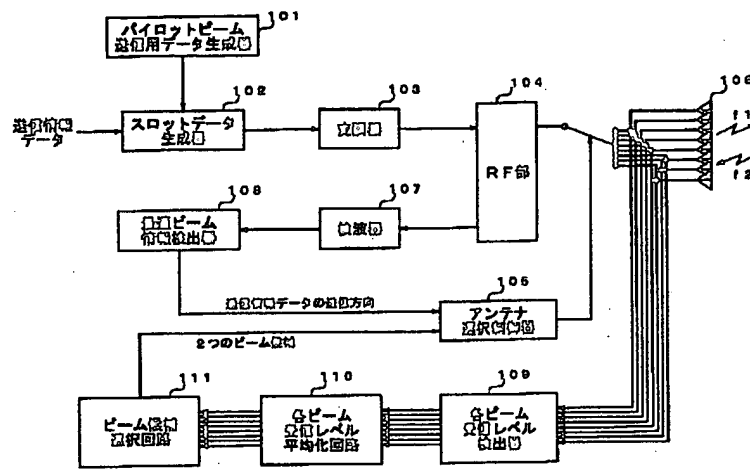
【図12】基地局装置からの送信スロットの別の信号フォーマット例を示す図である。

## 【符号の説明】

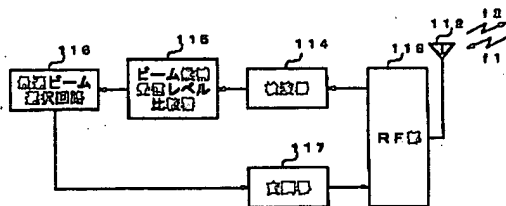
1、101、121、141…パイロットビーム送信用データ生成器、2、102、122、142…スロットデータ生成器、3、14、103、117、123、143…変調器、4、10、104、113、124、145…RF部、5、105、125…アンテナ選択制御器、6、106、126…ビームアンテナ群、7、11、114、127…検波器、8、108、128…最適ビーム情報検出器、9、112…アンテナ、12…各ビーム受信レベル検出器、13…10

最適ビーム番号検出器、109…各ビーム受信レベル検出器、110、133…各ビーム受信レベル平均化回路、111、134…ビーム選択回路、115…ビーム候補受信レベル比較器、116…最適ビーム番号選択回路、130…アンテナ切替回路、131…アンテナスキャン回路、144、151…位相振幅調整器、152…合成器、146…無指向性アンテナ群、150…Wo1～Wo8係数制御器、153…Wi1～Wi8係数制御器

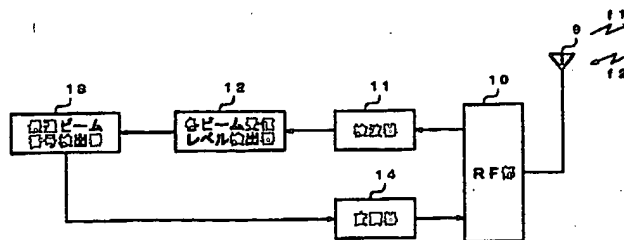
【図1】



【図2】



【図10】

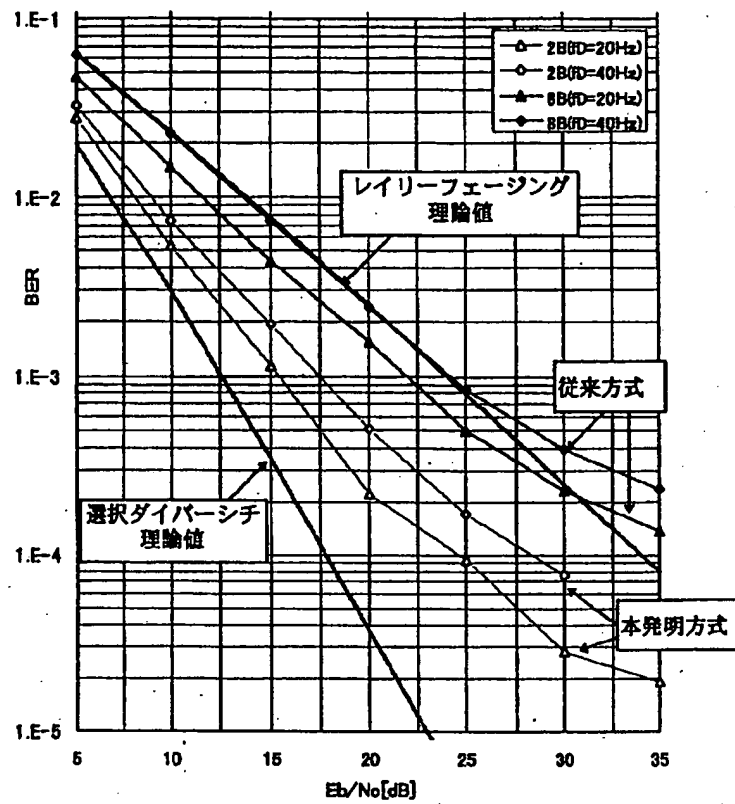




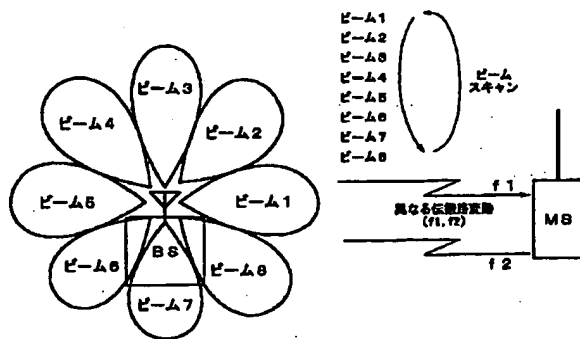




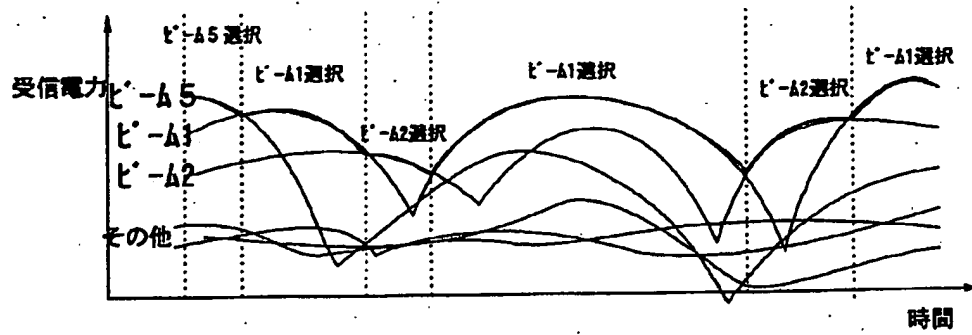
【図6】



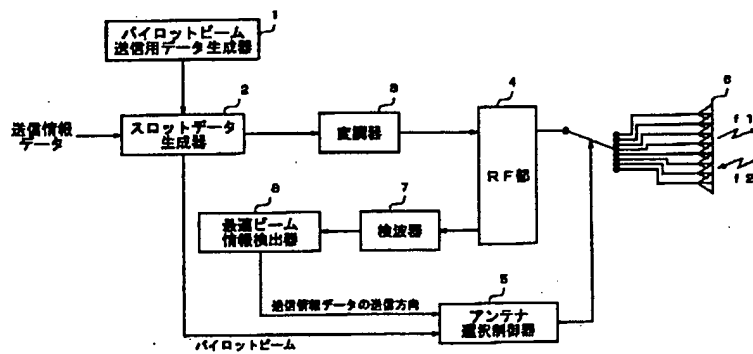
【図7】



【図8】



【図9】



(11) JP-A-11-252614

(43) Publication Date: September 17, 1999

(21) Application No.: H10-53916

(22) Application Filing Date: March 5, 1998

5 (54) [Title of the Invention] Communication System, Base  
Station Apparatus and Mobile Station Apparatus

(57) [Abstract]

[object]

The present invention provides a communication  
10 system, base station apparatus and a mobile station  
apparatus for improving a tracking property for the  
fluctuation of a transmission path while maintaining  
information transmission efficiency.

[Means for Solving the Problems]

15 The present invention is related to a communication  
system of averaging receipt levels of respective beams  
of an upstream-receipt signal received by a base station  
apparatus from a mobile station apparatus, selecting  
first and second high-order orientation directions of  
20 receipt quality, transmitting a downstream-signal in  
such a way that both pilot beams corresponding to the  
first and second high-order orientation directions and  
transmission data to be transmitted in a beam direction  
indicated by the mobile station apparatus are included  
25 in a slot to be transmitted from the base station apparatus

to the mobile station apparatus, selecting any pilot beam having better receipt quality from among high-order pilot beams of a downstream signal received by the mobile station apparatus and indicating the beam direction of a pilot beam having the better receipt quality to the  
5 base station apparatus.

[What is claimed is:]

1. A communication system comprising:

a base station apparatus for selecting an  
10 upper-level orientation direction having good averaged receipt quality from among a plurality of different orientation directions as a candidate and for incorporating a signal portion to be transmitted in the candidate orientation direction into a transmission  
15 signal to be transmitted; and

a mobile station apparatus for selecting an optimal orientation direction from the signal portion and for transmitting information about the optimal orientation direction to the base station apparatus.

20

2 A base station apparatus for averaging quality of a plurality of orientation directions of signals received via antennas having a plurality of different orientation directions, for selecting as candidates a plurality of  
25 orientation directions each having upper-level quality

from among the plurality of orientation directions based on the average result and for incorporating signals for detecting orientation directions of the plurality of the selected candidates and for being transmitted in  
5 the orientation directions, into a transmission signal to be transmitted.

3. A mobile station apparatus for receiving a transmission signal transmitted from the base station  
10 apparatus according to claim 2, for detecting receipt quality of a signal to be used for detecting orientation directions of a plurality of candidates included in the received signal, for selecting an orientation direction having best receipt quality as an optimal orientation  
15 direction and for incorporating information about the optimal orientation direction into a transmission signal to be transmitted to the base station apparatus, thereby transmitting the transmission signal.

20 4. A communication system comprising the base station apparatus according to claim 2 and the mobile station apparatus according to claim 3, wherein the base station apparatus obtains information about an optimal orientation direction from a signal received from the  
25 mobile station apparatus, selects a plurality of

candidates of upper-level orientation direction from the received signal, incorporates signals to be used for detecting orientation directions of the plurality of the selected candidates and for being respectively  
5 transmitted in the orientation directions, into a transmission signal to be transmitted to the mobile station apparatus and transmits transmission data of the transmission signal to the orientation direction based on information about the optimal orientation  
10 direction.

5. A base station apparatus comprising:

a beam antenna element group configured by arranging a plurality of directional antennas in such  
15 a way that transmission and receipt orientation directions are evenly distributed on a plane;

an antenna selection controller specifying a selection antenna by selecting while switching one antenna element from the beam antenna element group;

20 a pilot beam transmission data generator for generating pilot beam transmission data;

a slot data generator for generating slot configuration data including the pilot beam transmission data and transmission information;

25 a modulator for outputting while converting the



slot configuration data into a transmission base-band signal;

an RF unit for converting the transmission base-band signal into a radio frequency f1 to be outputted to the selection antenna and outputting signals received at the radio frequency f2 at the selection antenna as receipt base-band signals;

a respective-beam-receipt-levels detection circuit for detecting as each beam receipt level a level of a signal received at a radio frequency f2 at each antenna element of the beam antenna element group;

a respective-beam-receipt-levels averaging circuit for time-averaging receipt levels of respective beams and outputting respective beam average levels;

a beam candidate selection circuit for selecting a predetermined number of beam candidates in descending order of receipt levels based on the respective beams average level and outputting the beam candidates;

a detector for converting the receipt base-band signal into receipt bit data; and

an optimal beam information detector for detecting optimal beam information determining a selection antenna to be used in a period while transmitting transmission information from among the receipt bit data,

wherein the antenna selection controller switches

the selection antenna in such a way that one of the plurality of beam candidates is selected for each slot in a transmission period of the pilot beam transmission data among the slot configuration data and the selection  
5 antenna is switched based on the optimal beam information in a transmission period of the transmission information.

6. A mobile station apparatus comprising:

a mobile station antenna for receiving a  
10 transmission signal at a radio frequency f1 from the base station apparatus according to claim 5 and for transmitting a transmission signal to the base station apparatus at a radio frequency f2;

an RF unit for outputting a receipt signal having  
15 a radio frequency f1 transmitted from the mobile station antenna as a receipt base-band signal and converting a transmission base-band signal into a radio frequency f2 to be outputted to the mobile station antenna;

a detector for converting the receipt base-band  
20 signal into receipt bit data; a beam candidate receipt level comparator for comparing receipt levels of two beam candidates from the receipt bit data;

an optimal beam selection circuit for selecting  
a beam having a maximum receipt level among receipt levels  
25 of the two beam candidates and outputting the selected

content as optimal beam information; and

a modulator for incorporating the optimal beam information into modulation information to be converted into a base-band signal, thereby outputting the converted  
5 base-band signal to the RF unit.

7 A base station apparatus comprising:

a beam antenna element group configured by arranging a plurality of directional antennas in such  
10 a way that transmission and receipt orientation directions are evenly distributed on a plane;

an antenna selection controller specifying a selection antenna by selecting while switching one antenna element from the beam antenna element group;

15 a pilot beam transmission data generator for generating pilot beam transmission data;

a slot data generator for generating slot configuration data including the pilot beam transmission data and transmission information;

20 a modulator for outputting while converting the slot configuration data into a transmission base-band signal;

an RF unit for converting the transmission base-band signal into a radio frequency f1 to be outputted  
25 to the selection antenna and outputting signals received

at the radio frequency  $f_2$  at the selection antenna as receipt base-band signals;

an antenna scan circuit for outputting while sequentially switching at higher speed than a slot-cycle  
5 signals received at a radio frequency  $f_2$  at each antenna element of the beam antenna element group and for sequentially outputting information specifying the selection antenna;

a receipt level detection circuit for detecting  
10 levels of received signals sequentially inputted from the antenna scan circuit as beam receipt levels and for sequentially outputting the levels based on information specifying the selected antenna;

a respective-beam-receipt-levels averaging  
15 circuit for time-averaging respective beam receipt levels sequentially inputted from the receipt level detection circuit and for outputting an average level of the respective beams;

a beam candidate selection circuit for selecting  
20 a predetermined number of beam candidates in descending order of receipt levels based on the average level of the respective beams and outputting the plurality of beam candidates;

a detector for converting the receipt base-band  
25 signal into receipt data; and

an optimal beam information detector for detecting optimal beam information determining a selection antenna to be used in a period while transmitting transmission information from among the receipt bit data,

5        wherein the antenna selection controller switches the selection antenna in such a way that one of the plurality of beam candidates is selected for each slot in a transmission period of the pilot beam transmission data of the slot configuration data and the selection  
10        antenna is switched based on the optimal beam information in a transmission period of the transmission information.

8        A base station apparatus comprising:

         a non-directional antenna element group  
15        configured by arranging a plurality of non-directional antennas;

         an antenna beam selection controller specifying a beam direction which is an orientation direction of a signal to be transmitted via the non-directional  
20        antenna element group;

         a pilot beam transmission data generator for generating pilot beam transmission data;

         a slot data generator for generating slot configuration data including the pilot beam transmission  
25        data and transmission information;

a modulator for converting the slot configuration data into a transmission base-band signal;

a  $W_0$  coefficient controller for specifying a coefficient for adjusting phase amplitudes of transmission base-band signals to be transmitted via the respective non-directional antennas in such a way that a beam direction of a signal to be transmitted is directed to a beam direction specified by the antenna beam selection controller;

10 a first phase amplitude adjuster for branching a transmission base-band signal inputted from the modulator into a number of the non-directional antennas and for adjusting phase amplitudes of respective branched signals, based on a coefficient inputted from the  $W_0$  coefficient controller;

an RF unit for converting transmission base-band signals respectively inputted from the first phase amplitude adjuster into a radio frequency  $f_1$ , thereby outputting the frequency to the corresponding non-directional antenna element, for receiving signals arrived at the non-directional antenna element group at a radio frequency  $f_2$  using respective non-directional antennas and for outputting both respective receipt base-band signals and combination receipt base-band signal obtained by combining the receipt base-band

20

25

signals;

an antenna beam scan circuit for outputting information specifying the predetermined selection beam directions while sequentially selecting and specifying  
5 a plurality of predetermined beam directions at higher speed than a slot-cycle;

a Wi coefficient controller for specifying a coefficient adjusting a phase amplitude of a receipt base-band signal respectively outputted from the RF unit  
10 in such a way that a signal transmitted from a beam direction specified by the antenna beam scan circuit can be emphasized and received;

a second phase amplitude adjuster for adjusting phase amplitudes of receipt base-band signals  
15 respectively outputting from the RF unit based on a coefficient specified by the Wi coefficient controller;

a combiner for combining and outputting respective signals outputted by the second phase amplitude adjuster;

a receipt level detection circuit for detecting  
20 a receipt level inputted from the combiner as a beam receipt level and sequentially outputting the detected receipt level based on information specifying the selected beam direction;

a respective-beam-receipt-levels averaging  
25 circuit for time-averaging respective beam receipt

levels sequentially inputted from the receipt level detection circuit and for outputting respective beam average levels;

5 a beam candidate selection circuit for selecting a predetermined number of beam candidates in descending order of receipt levels based on the average level of respective beams and outputting the selected beam candidates;

10 a detector for inputting a combined receipt base-band signal from the RF unit to be detected and outputting the detected signal as receipt data; and

an optimal beam information detector for detecting optimal beam information determining a beam direction to be used in a period while transmitting transmission information among the receipt data,

15 wherein the antenna beam selection controller controls a coefficient of the  $W_0$  coefficient controller in such a way that a beam direction of the plurality of beam candidates is selected for each slot in a transmission period of the pilot beam transmission data among the slot configuration data, while a beam direction determined based on the optimal beam information is selected in a transmission period of the transmission information.

25 [Detailed Explanation of the Invention]



[0001]

[Field of the Invention]

The present invention is related to digital radio communications between a base station apparatus and a mobile station apparatus used for mobile communications, etc. and it is especially related to a communication system, a base station apparatus and a mobile station apparatus for improving a tracking property for the fluctuations of a transmission path while maintaining information transmission efficiency.

[0002]

[Prior Art Technology]

There is a problem of multi-path fading in radio communications that a wave arrived after being reflected at a building, etc. is superposed to be received at a receiver side in addition to a wave (direct wave) arrived from a transmission station. In a portable telephone system represented by PDC (Personal Digital Cellular) or PHS (Personal Handy-phone System), the influence of a wave which arrives at a building etc. after being reflected can be minimized and accordingly multi-path fading can be decreased by providing a sector antenna configured by a plurality of directional antennas having different orientation directions and sequentially switching to an antenna having optimal directivity based

on the position relation between a base station (BS)  
and a mobile station (MS).

[0003]

The property of the conventional communications  
5 is improved by using a technology of antenna selection  
diversity such that signals are received from each  
antenna after switching to an optimal antenna (having  
the maximum receipt electric power at a sector antenna)  
or combination diversity such that signals received by  
10 respective antennas are maximal-ratio combined, in  
upstream-communications (MS transmission and BS  
receipt) between the base station (BS) and the mobile  
station (MS).

[0004]

15 In downstream communications (BS transmission and  
MS receipt), a quasi-optimal directivity can be  
controlled by selecting an antenna of a sector antenna  
having the maximum upstream received electric power and  
by performing downstream transmission while making use  
20 of a fact that the fluctuations of a propagation path  
at the time of transmission/receipt of an electric wave  
is uniform in a short period, which is the feature of  
a TDD (Time Division Duplex) method (which is time  
division multiplexing method using the same frequency  
25 at the transmission/receipt).

[0005]

In a FDD (Frequency Division Duplex) method using different frequencies in upstream communications and downstream communications like a PDC, however, the fluctuation of a transmission propagation path and that of a receipt transmission path are not considered the same. In order to obtain the optimal orientation direction, it is required that the orientation directions of a transmission antenna of the base station (BS) are sequentially scanned and the orientation direction having the maximum received electric power at the mobile station (MS) are fed back as information, and the like.

[0006]

An orientation direction controlling method is explained using a conventional FDD by referring to Figs. 7 and 8. Fig. 7 is a chart showing one example of an orientation direction controlling method using a conventional FDD while Fig. 8 is a graph showing one example of a process of beam selection. As shown in Fig. 7, the base station (BS) transmits a signal to a mobile station (MS) at a transmission frequency  $f_1$ . The signal to be transmitted includes transmission information data and a pilot beam inputted from the base station (BS) for sequentially switching antenna beams 1 to 8 having transmission directional properties of different eight

directions. The transmission signal is outputted periodically for each transmission slot. In Fig. 8, regarding the condition of MS received electric power of each beam, a vertical axis represents received  
5 electric power while a horizontal axis represents time.  
[0007]

Since the transmission signals of respective beams are different in transmission direction, the signals pass through different propagation paths. Therefore,  
10 the signals of respective beams receive the different fluctuations of propagation paths and then they are received by the mobile station (MS). In the mobile station, the pilot beams of respective slots are identified and the number of an optimal beam having the maximum received  
15 electric power is detected. This optimal beam number is incorporated into a part of upstream transmission information to be transmitted to the base station (BS).  
[0008]

The base station (BS) determines a beam to be used  
20 for the transmission of information data based on the optimal beam number transmitted from the mobile station (MS). Thus, the propagation path fluctuation of a BS transmission frequency  $f_1$  is detected and an optimal beam having the maximum received electric power at the  
25 mobile station (MS) can be selected. Accordingly, the

effect of path selection diversity can be obtained.

[0009]

A base station apparatus and a mobile station apparatus used in a conventional orientation direction controlling method in an FFD method are explained by referring to Figs. 9 and 10. Fig. 9 is a block diagram showing the configuration of a conventional base station apparatus while Fig. 10 is a block diagram showing a conventional mobile station apparatus. As shown in Fig. 9, the base station apparatus is configured by a pilot beam transmission data generator 1, a slot data generator 2, a modulator 3, an RF unit 4, an antenna selection controller 5, a beam antenna group 6, a detector 7 and an optimal beam information detector 8.

15 [0010]

Each part of the base station apparatus is explained in detail. The pilot beam transmission data generator 1 generates pilot beam transmission data and outputs the data to the generator 2 using a slot. The slot data generator 2 inputs transmission information data externally and inputs pilot beam transmission data from the pilot beam transmission data generator 1. Then, it generates slot data configured by the pilot beam transmission data and the transmission information data.

25 [0011]

The modulator 3 inputs the slot data from the slot data generator 2 and modulates the inputted data, thereby outputting the modulation signal to the RF unit 4. The RF unit 4 inputs the modulation signal from the modulator 3 and converts the thus-inputted signal into an RF (Radio Frequency) band signal to be outputted to the beam antenna group 6.

[0012]

The beam antenna group 6 is provided with beam antennas for evenly dividing orientation directions of 360 degrees into eight directions. Any one of antennas of the antenna group is selected based on the instruction on antenna selection transmitted from the antenna selection controller 5 and a signal is down-streamingly transmitted at a transmission frequency  $f_1$  using a beam generated by this antenna.

[0013]

In the upstream receipt, the beam antenna group 6 receives an MS transmission signal (which is described later) at a receipt frequency  $f_2$ , the RF unit converts the MS receipt signal into a low-pass signal, the detector 7 converts the thus-converted signal into a base-band signal and the optimal beam information detector 8 detects optimal beam information included in the data received from the mobile station (MS), thereby outputting

the detected information to the antenna selection controller 5.

[0014]

The antenna selection controller 5 controls the  
5 beam antenna group 6 in such a way that an antenna of  
a pilot beam direction of the beam antenna group 6 is  
selected at the time of outputting a pilot beam part  
while an antenna of an optimal beam direction of the  
beam antenna group 6 is selected at the time of outputting  
10 transmission information data.

[0015]

As shown in Fig. 10, the mobile station apparatus  
is configured by an antenna 9, an RF unit 10, detector  
11, a each receipt level detector 12, an optimal beam  
15 number detector 13 and a modulator 14.

[0016]

Each part of the mobile station apparatus is  
explained in detail. The antenna 9 receives a signal  
from a base station, the RF unit 10 detects a receipt  
20 signal having a receipt frequency f1 from among signals  
received by the antenna 9, the detector 11  
low-pass-frequency-converts a signal detected by the  
RF unit 10 to be converted into a mobile station receipt  
signal and it outputs the thus-converted signal to the  
25 receipt level detector 12.

[0017]

The respective-beam-receipt-levels detector 12 detects the receipt level of a pilot beam included in each slot from the mobile station receipt signals converted by the detector 11. Further, the optimal beam number detector 13 compares the receipt levels of pilot beams in all the eight directions, detects a pilot beam having the maximum receipt level to be set as the optimal beam and outputs a beam number of the optimal beam to the modulator 14.

[0018]

The modulator 14 inputs the beam number from the optimal beam number detector 13 and outputs the optimal beam number included in a part of the transmission information to the RF unit 10 as a modulation signal. The RF unit 10 inputs the modulation signal from the modulator 14 and high-pass-frequency-converts the inputted modulation signal into a signal having a transmission frequency  $f_2$  to be outputted to the antenna 9. The antenna 9 transmits the signal having the transmission frequency  $f_2$  as an MS transmission signal.

[0019]

Thus, by transmitting beams in a direction having a maximum receipt level at the mobile station apparatus, the apparatus can realize the transmission of



high-quality information considering propagation path fluctuations.

[0020]

The examples of signal formats of BS transmission slots from the base station apparatus are explained by referring to Figs. 11 and 12. Fig. 11 is a chart showing an example of the signal format of a transmission slot from the base station apparatus while Fig. 12 is a chart showing an example of another signal format of a transmission slot from the base station apparatus. In the example shown in Fig. 11, pilot beams of all the directions (eight directions) of beams 1 to 8 are implanted in one slot to be scanned by the mobile station apparatus. In the example shown in Fig. 12, the pilot beam implanted in one slot is a beam of one direction and beams having beam numbers 1 to 8 covering eight slots are sequentially implanted. In both examples, the transmission data transmitted in a beam direction which is directed by the mobile station (MS) is included in transmission information.

[0021]

[Problems to be Solved by the Invention]

In the communication method performed between the conventional base station apparatus and mobile station apparatus, there is the following problem. In the method

of Fig. 11, there is an advantage such that a tracking property for the fluctuations of a propagation path is superior since an optimal beam can be detected in one slot, but there is a problem that pilot beam data occupies  
5 a majority portion of the whole slot, so that the data transmission becomes redundant, thereby deteriorating the information transmission efficiency.

[0022]

In the method of Fig. 12, there is an advantage  
10 such that the deterioration of information transmission efficiency can be decreased since a transmission section for the beams occupied in one slot can be minimized, but there is a problem that an optimal beam can be selected only by detecting the receipt electric power of pilot  
15 beams over eight slots, thereby deteriorating the tracking property for the fluctuations of a propagation path. .

[0023]

The present invention is invented by considering  
20 the above-mentioned problems and aims at providing a communication system, a base station apparatus and a mobile station apparatus for improving a tracking property for the fluctuation of a transmission path while maintaining information transmission efficiency.

25 [0024]

[Means for Solving the Problems]

The invention according to claim 1 for solving the above-mentioned conventional problems comprises a base station apparatus for selecting an upper-level  
5 orientation direction with good averaged receipt quality from among a plurality of different orientation directions as a candidate and for incorporating a signal portion to be transmitted in the candidate orientation direction in a transmission signal thereby to be  
10 transmitted; and a mobile station apparatus for selecting an optimal orientation direction from the signal portion and for transmitting information about the optimal orientation direction to the base station apparatus.  
[0025]

15 The invention according to claim 2 for solving the above-mentioned conventional problems is characterized in that a base station apparatus averages quality of a plurality of orientation directions of signals received via antennas having a plurality of different orientation  
20 directions, selects as candidates a plurality of orientation directions each having upper-level quality from among the plurality of orientation directions based on the averaged result and incorporates signals for detecting orientation directions of the plurality of  
25 the selected candidates and for being transmitted in

the orientation directions, into a transmission signal thereby to be transmitted.

[0026]

The invention according to claim 3 for solving the  
5 above-mentioned conventional problems is characterized  
in that a mobile station apparatus receives a  
transmission signal transmitted from the base station  
apparatus according to claim 2, detects receipt quality  
of a signal to be used for detecting orientation  
10 directions of a plurality of candidates included in the  
received signal, selects an orientation direction having  
best receipt quality as an optimal orientation direction  
and incorporating information about the optimal  
orientation direction into a transmission signal to be  
15 transmitted to the base station apparatus thereby to  
be transmitted.

[0027]

The invention according to claim 4 for solving the  
above-mentioned conventional problems is characterized  
20 in that a communication system comprises the base station  
apparatus according to claim 2 and the mobile station  
apparatus according to claim 3, wherein the base station  
apparatus obtains information about an optimal  
orientation direction from a signal received from the  
25 mobile station apparatus, selects a plurality of

candidates of upper-level orientation direction from the received signal, incorporates signals to be used for detecting orientation directions of the plurality of the selected candidates and for being respectively  
5 transmitted in the orientation directions, into a transmission signal to be transmitted to the mobile station apparatus and transmits transmission data of the transmission signal to the orientation direction based on information about the optimal orientation  
10 direction.

[0028]

The invention according to claim 5 for solving the above-mentioned conventional problems is characterized in that a base station apparatus comprises a beam antenna  
15 element group configured by arranging a plurality of directional antennas in such a way that transmission and receipt orientation directions are evenly distributed on a plane;

an antenna selection controller specifying a  
20 selection antenna by selecting while switching one antenna element from the beam antenna element group;

a pilot beam transmission data generator for generating pilot beam transmission data;

a slot data generator for generating slot  
25 configuration data including the pilot beam transmission

data and transmission information;

a modulator for outputting while converting the slot configuration data into a transmission base-band signal;

5 an RF unit for converting the transmission base-band signal into a radio frequency f1 to be outputted to the selection antenna and outputting signals received at the radio frequency f2 at the selection antenna as receipt base-band signals;

10 a respective-beam-receipt-level detection circuit for detecting as each beam receipt level a level of a signal received at a radio frequency f2 at each antenna element of the beam antenna element group;

a respective-beam-receipt-level averaging  
15 circuit for time-averaging the respective beam receipt levels and outputting respective beam averaged levels;

a beam candidate selection circuit for selecting a predetermined number of beam candidates in descending order of receipt levels based on respective beam average  
20 levels and outputting the selected respective beam candidates;

a detector for converting the receipt base-band signal into receipt bit data; and

an optimal beam information detector for detecting  
25 optimal beam information determining a selection antenna

to be used in a period while transmitting transmission information from among the receipt bit data,

wherein the antenna selection controller switches the selection antenna in such a way that one of the plurality of beam candidates is selected for each slot in a transmission period of the pilot beam transmission data of the slot configuration data and the selection antenna is switched based on the optimal beam information in a transmission period of the transmission information.

10 [0029]

The invention according to claim 6 for solving the above-mentioned and conventional problems is characterized in that a mobile station apparatus comprises;

15 a mobile station antenna for receiving a transmission signal at a radio f1 from the base station apparatus according to claim 5 and for transmitting a transmission signal to the base station apparatus at a radio frequency f2;

20 an RF unit for outputting a receipt signal having a radio frequency f1 transmitted from the mobile station antenna as a receipt base-band signal and converting a transmission base-band signal into a radio frequency f2 to be outputted to the mobile station antenna;

25 a detector for converting the receipt base-band

signal into receipt bit data; a beam candidate receipt level comparator for comparing receipt levels of two beam candidates from the receipt bit data;

an optimal beam selection circuit for selecting  
5 a beam having a maximum receipt level among receipt levels of the two beam candidates and outputting the selected content as optimal beam information; and

a modulator for incorporating the optimal beam information into modulation information to be converted  
10 into a base-band signal, thereby outputting the converted base-band signal to the RF unit.

[0030]

The invention according to claim 6 for solving the above-mentioned and conventional problems is  
15 characterized in that a base station apparatus comprises:

a beam antenna element group configured by arranging a plurality of directional antennas in such a way that transmission and receipt orientation directions are evenly distributed on a plane;

20 an antenna selection controller specifying a selection antenna by selecting while switching one antenna element from the beam antenna element group;

a pilot beam transmission data generator for generating pilot beam transmission data;

25 a slot data generator for generating slot



configuration data including the pilot beam transmission data and transmission information;

a modulator for outputting while converting the slot configuration data into a transmission base-band  
5 signal;

an RF unit for converting the transmission base-band signal into a radio frequency  $f_1$  to be outputted to the selection antenna and outputting signals received at the radio frequency  $f_2$  at the selection antenna as  
10 receipt base-band signals;

an antenna scan circuit for outputting while sequentially switching at higher speed than a slot-cycle signals received at a radio frequency  $f_2$  at each antenna element of the beam antenna element group and for  
15 sequentially outputting information specifying the selection antenna;

a receipt-level-detection circuit for detecting levels of received signals sequentially inputted from the antenna scan circuit as beam receipt levels and for  
20 sequentially outputting the levels based on information specifying the selection antenna;

a respective-beam-receipt-level averaging circuit for time-averaging respective beam receipt levels sequentially inputted from the receipt level  
25 detection circuit and for outputting an average level

of the respective beams;

a beam candidate selection circuit for selecting a predetermined number of beam candidates in descending order of receipt levels based on the average level of the respective beams and outputting the plurality of beam candidates;

a detector for converting the receipt base-band signal into receipt data; and

an optimal beam information detector for detecting optimal beam information determining a selection antenna to be used in a period while transmitting transmission information among the receipt bit data,

wherein the antenna selection controller switches the selection antenna in such a way that one of the plurality of beam candidates is selected for each slot in a transmission period of the pilot beam transmission data of the slot configuration data and the selection antenna is switched based on the optimal beam information in a transmission period of the transmission information.

[0031]

The invention according to claim 8 for solving the above-mentioned and conventional problems is characterized in that a base station apparatus comprises a non-directional antenna element group configured by arranging a plurality of non-directional

antennas;

an antenna beam selection controller specifying  
a beam direction which is an orientation direction of  
a signal to be transmitted via the non-directional  
5 antenna element group;

a pilot beam transmission data generator for  
generating pilot beam transmission data;

a slot data generator for generating slot  
configuration data including the pilot beam transmission  
10 data and transmission information;

a modulator for converting the slot configuration  
data into a transmission base-band signal;

a  $W_0$  coefficient controller for specifying a  
coefficient for adjusting phase amplitudes of  
15 transmission base-band signals to be transmitted via  
the respective non-directional antennas in such a way  
that a beam direction of a signal to be transmitted is  
oriented to a beam direction specified by the antenna  
beam selection controller;

20 a first phase amplitude adjuster for branching a  
transmission base-band signal inputted from the  
modulator into a number of the non-directional antennas  
and for adjusting phase amplitudes of respective branched  
signals, based on a coefficient inputted from the  $W_0$   
25 coefficient controller;

an RF unit for converting transmission base-band signals respectively inputted from the first phase amplitude adjuster into a radio frequency  $f_1$  thereby to be outputted to the corresponding non-directional antenna element, for receiving signals arrived at the non-directional antenna element group at a radio frequency  $f_2$  using respective non-directional antennas and for outputting both respective receipt base-band signals and combination receipt base-band signal obtained by combining the receipt base-band signals; an antenna beam scan circuit for outputting information specifying the predetermined selection beam directions while sequentially selecting and specifying a plurality of predetermined beam directions at higher speed than a slot-cycle;

a  $W_i$  coefficient controller for specifying a coefficient adjusting a phase amplitude of a receipt base-band signal respectively outputted from the RF unit in such a way that a signal transmitted from a beam direction specified by the antenna beam scan circuit can be emphasized and received;

a second phase amplitude adjuster for adjusting phase amplitudes of receipt base-band signals respectively outputting from the RF unit based on a coefficient specified by the  $W_i$  coefficient controller;

a combiner for combining and outputting respective signals outputted by the second phase amplitude adjuster;

a receipt level detection circuit for detecting a receipt level inputted from the combiner as a beam receipt level to be sequentially outputted based on information specifying the selected beam direction;

5 a respective-beam-receipt-level averaging circuit for time-averaging respective beam receipt levels sequentially inputted from the receipt level detection circuit and for outputting a respective-beams average level;

a beam candidate selection circuit for selecting a predetermined number of beam candidates in descending order of receipt levels based on the average level of  
15 respective beams and outputting the selected beam candidates;

a detector for inputting a combined receipt base-band signal from the RF unit to be detected and outputting the detected signal as receipt data; and  
20 an optimal beam information detector for detecting optimal beam information determining a beam direction to be used in a period while transmitting transmission information among the receipt data,

wherein the antenna beam selection controller  
25 controls a coefficient of the  $W_0$  coefficient controller

in such a way that a beam direction of the plurality of beam candidates is selected for each slot in a transmission period of the pilot beam transmission data among the slot configuration data, while a beam direction  
5 determined based on the optimal beam information is selected in a transmission period of the transmission information.

[0032]

[Preferred Embodiments]

10 Preferred Embodiments of the present invention are explained with reference to the drawings. In the communication system, base station apparatus and mobile station apparatus related to the preferred embodiments of the present invention, there is no correlation among  
15 phading phenomena in a short time when a frequency used for receipt is different from that for transmission, but a candidate for a transmission direction can be selected if arrival directions of a receipt signal are averaged in a period longer than a phading cycle. By  
20 paying attention to the above-mentioned fact, the base station apparatus averages the strengths of signals arrived from the mobile station apparatus for each arrival direction, selects a plurality of candidates and outputs pilot beams of which the number is equivalent  
25 to the number of candidates. Further, the mobile station

apparatus receives the pilot beams and detects an appropriate beam to be transmitted to the base station apparatus as information. Still further, the base station apparatus specifies the beam direction to be used for the transmission output of transmission data based on the information. Consequently, if the number of candidates decreases, the possibility of the use of an optimal beam increases and the information transmission efficiency can be enhanced by using smaller number of pilot beams while maintaining transmission quality, thereby enhancing the tracking property for propagation path fluctuation.

[0033]

As mentioned before, it cannot be assumed that the transmission propagation fluctuation is the same as the receipt propagation fluctuation like TDD since transmission frequency is different from receipt frequency. According to the phading occurrence principle, phading is generated by the combination of a plurality of arrival waves so that amplitude fluctuation occurs due to the phase relation among respective arrival waves. Therefore, if transmission wavelength is different from receipt wavelength, different phase relations are combined so that it is known that there is no correlation between transmission phading and receipt phading.

However, the direction of an averagely arrived electric wave is determined by the surrounding buildings etc. so that the direction can be recognized like TDD in the long run even if transmission and receipt frequencies are different. Accordingly, if the arrival direction of an upstream-receipt signal is considered in a time period longer than a phading cycle, the candidate for a downstream-transmission direction can be selected. [0034]

10       The communication system, base station apparatus and mobile station apparatus related to a preferred embodiment of the present invention are explained by referring to Figs. 1 to 6. Fig. 1 is a configuration block diagram showing a base station apparatus (first  
15       base station apparatus) related to a preferred embodiment of the present invention. Fig. 2 is a configuration block diagram showing a mobile station apparatus related to a preferred embodiment of the present invention. Fig. 3 is a configuration block diagram showing a base station  
20       apparatus (second base station apparatus) related to another preferred embodiment of the present invention. Fig. 4 is a configuration block diagram showing still another base station apparatus (third base station  
25       apparatus) related to a preferred embodiment of the present invention. Fig. 4 is a chart showing one example



of a signal format of a transmission slot from the base station apparatus related to a preferred embodiment of the present invention. Fig. 6 is a graph showing an error property.

5 [0035]

The communication system related to a preferred embodiment of the present invention is basically configured by a base station apparatus and a mobile station apparatus. The base station apparatus transmits  
10 a pilot beam while switching an orientation direction of the pilot beam (beam direction), receives information (optimal beam information) indicating which beam direction is appropriate, selects an antenna based on the optimal beam information and outputs transmission  
15 data. The mobile station apparatus receives the pilot beam transmitted while the beam direction is switched by the base station apparatus and outputs the optimal beam information as information indicating an appropriate beam direction.

20 [0036]

Hereinafter, the configurations of the base station apparatus and mobile station apparatus are respectively explained. The base station apparatus related to a preferred embodiment of the present  
25 invention is configured by an antenna 11, an RF unit

113, a detector 114, a beam candidate receipt level comparator 115, an optimal beam selection circuit 116 and a modulator 117.

[0037]

5           The following is the detailed explanation of each of the above-mentioned units. The RF unit 113 receives a signal having a frequency  $f_1$  arrived at the antenna 112 from the base station apparatus and outputs the signal to the detector 114.

10          Further, the RF unit 113 converts an upstream transmission base-band signal inputted from the modulator 117 into an RF-band signal having a frequency  $f_2$  (radio frequency band signal), thereby transmitting the signal via the antenna. 112.

15          [0038]

            The detector 114 converts a frequency of a receipt signal inputted from the RF unit 113 into a low-band frequency and sets this signal to a mobile station receipt signal, thereby outputting this signal to the beam candidate receipt level comparator 115.

20          [0039]

            The beam candidate receipt level comparator 115 detects respective receipt levels of a plurality of pilot beams from a mobile station receipt signal inputted from  
25          the detector 114 and outputs the detected receipt levels

to the optimal beam selection circuit 116.

[0040]

The optimal beam selection circuit 116 selects a pilot beam having a maximum receipt level from among  
5 receipt levels inputted from the beams candidate receipt level comparator 115 and outputs this pilot beam to the modulator 117 as optimal beam information.

[0041]

The modulator 117 receives the optimal beam  
10 information from the optimal beam selection circuit 11 and modulates a signal of the received beam to be transmitted to the RF unit 113. The detector 114 outputs an sound signal, etc. received from the base station apparatus in addition to a pilot beam. The modulator  
15 117 modulates an externally inputted sound signal to be outputted to the RF unit 113, but this part is omitted in order to simplify the explanation.

[0042]

Here, the operations of the mobile station  
20 apparatus related to a preferred embodiment of the present invention are explained. The signal arrived at the antenna 112 from the base station apparatus is received by the RF unit 113 and it is converted into a low-band frequency by the detector 114. Then, it is  
25 set to a mobile station receipt signal and outputted

to the beam candidate receipt level comparator 115.  
[0043]

In this way, the beam candidate receipt level comparator 115 detects respective receipt levels of a plurality of pilot beams from among inputted mobile station receipt signals and outputs the detected receipt levels to the optimal beam selection circuit 116.  
[0044]

The optimal beam selection circuit 116 selects a maximum receipt level from among inputted receipt levels and outputs this receipt level to the modulator 117 as optimal beam information.  
[0045]

The modulator 117 modulates the optimal beam information to be outputted to the RF unit 113. The RF unit 113 converts the modulated optimal beam information into an RF band signal to be outputted to the base station apparatus via the antenna 112.  
[0046]

The first base station apparatus related to a preferred embodiment of the present invention uses a plurality of beam antennas oriented to respective beam directions when switching beam directions. As shown in Fig. 1, the apparatus is configured by a pilot beam transmission data generator 101, a slot data generator

102, a modulator 103, an RF unit 104, an antenna selection  
controller 105, a beam antenna group 106, a detector  
107, an optimal beam information detector 108, a  
respective-beam-receipt-level detection circuit 109,  
5 a respective-beam-receipt-level averaging circuit 110  
and a beam selection circuit 111.

[0047]

The following is a detailed explanation of each  
part of the base station apparatus. The pilot beam  
10 transmission data generator 101 generates a  
predetermined number of pieces of data to be used for  
a pilot beam (pilot beam transmission data) and outputs  
the generated data to the slot data generator 102.

[0048]

15 The slot data generator 102 receives transmission  
information data and pilot beam transmission data,  
generates a slot which is described later and outputs  
the data to the modulator 103 as slot data.

[0049]

20 The antenna selection controller 105 selects a beam  
antenna in a pilot beam direction when outputting a pilot  
beam while it selects a beam antenna in an optimal beam  
direction when outputting transmission information  
data.

25 [0050]

The modulator 103 modulates slot data inputted from the slot data generator 102 and outputs the modulated data to the RF unit 104.

[0051]

5       The RF unit 104 converts a signal inputted from the modulator 103 into an RF band signal having a frequency  $f_1$  (radio frequency band signal) to be outputted as a downstream transmission signal via one antenna specified by the antenna selection controller 105 described later  
10   from among a plurality of antennas configuring the beam antenna group 106.

[0052]

The RF unit 104 inputs a signal transmitted from the mobile station apparatus at a frequency  $f_2$  via one  
15   antenna specified by the antenna selection controller 105 from among a plurality of antennas configuring the beam antenna group 106, thereby outputting the received signal to the detector 107 as an upstream transmission signal.

20   [0053]

The antenna selection controller 105 specifies a beam direction and also specifies one antenna from among a plurality of antennas configuring the beam antenna group 106.

25   [0054]

The antenna selection controller 105 receives a plurality of beam candidates from the beam selection circuit 111 and sequentially selects beam antennas directed to the beam directions indicated by the beam candidates when a base station apparatus outputs a pilot beam. Further, the antenna selection controller 105 selects an antenna directed to the direction of a beam inputted from the optimal beam information detector 108 when outputting transmission information data.

10 [0055]

The beam antenna group 106 is a set of directional antennas (beam antennas). The group is configured in such a way that radially directional beam antennas are arranged every 40 degrees if 360-degree-direction is divided into eight directions.

[0056]

The detector 107 detects an upstream signal inputted from the RF unit 104 and outputs the received signal to the optimal beam information detector 108 as receipt data. The signal outputted by the detector 107 is processed as a received sound signal but a part to be used for this processing is omitted in Fig. 1 to make the drawing simple.

[0057]

25 The optimal beam information detector 108 detects

optimal beam information from the receipt data inputted from the detector 107 and outputs beam direction indicated by the optimal beam information to the antenna selection controller 105.

5 [0058]

The respective-beam-receipt-level detection circuit 109 detects receipt levels of signals arrived at respective beam antennas configuring the beam antenna group 106 at a frequency  $f_2$  from a mobile station apparatus and outputs the detected receipt levels to the respective-beam-receipt-level averaging circuit 110.

[0059]

That is, if there are eight beam antennas, the respective-beam-receipt-level detection circuit 109 simultaneously detects receipt levels of a signal arrived at the eight beam antennas and outputs the detected receipt levels to the respective-beam-receipt-level averaging circuit 110.

[0060]

20 The respective-beam-receipt-level averaging circuit 110 sequentially averages the receipt levels of a signal arrived at respective antennas and calculates respective average receipt levels.

[0061]

25 The beam candidate selection circuit 111 selects



a signal specifying a predetermined number of beam antennas in descending order starting from the maximum receipt level from among the receipt levels, and outputs the signal.

5 [0062]

When the beam selection circuit 111 is designated to output two candidates, it outputs as beam candidates, a signal specifying a beam direction of a beam antenna having the maximum average receipt level and a signal  
10 specifying a beam direction of a beam antenna having the next maximum average receipt level.

[0063]

Here, the first base station apparatus is explained. In the following explanation, two beam candidates are  
15 designated.

[0064]

First, the slot data generator 102 receives pilot beam transmission data from the pilot beam transmission data generator 101 and also externally receives  
20 transmission information data. Then, it generates a transmission slot in the format as shown in Fig. 5, thereby outputting the slot to the modulator 103 as slot data.

[0065]

The modulator 103 modulates the slot data and  
25 outputs the data to the RF unit 104 as an upstream

transmission base-band signal. The RF unit 104 converts the upstream transmission base-band signal into an RF band signal to be transmitted via a beam antenna specified by the antenna selection controller 105.

5 [0066]

A signal arrived at the beam antenna group 106 at a frequency  $f_2$  from the base station apparatus is received by the RF unit 104 and the received signal is outputted to the detector 107.

10 [0067]

The detector 107 detects a signal inputted from the RF unit 104 and outputs the detected signal as receipt data. The optimal beam information detector 108 detects optimal beam information from the receipt data and  
15 outputs a transmission direction indicated by the information to the antenna selection controller 105.

[0068]

The respective-beam-receipt-level detection circuit 109 detects receipt levels of signals having  
20 a frequency  $f_2$  arrived at the beam antenna group 106 from a mobile station apparatus, for each beam antenna. The respective-beam-receipt-level averaging circuit 110 averages the receipt levels detected for each beam antenna. The beam selection circuit 111 outputs two  
25 predetermined (the maximum and the next maximum) beam

directions in the descending order of the averaged receipt levels to the antenna selection controller 105 as beam candidates.

[0069]

5           The antenna selection controller 105 specifies while sequentially switching a beam antenna having the maximum receipt level and a beam antenna having the next maximum receipt level from the beam antenna group 106, at a timing when the RF unit 104 outputs pilot beam  
10 transmission data from among slot data converted into an RF signal, based on a plurality of beam candidates inputted from the beam selection circuit 111. The respective pieces of pilot beam transmission data are outputted via the two specified antennas.

15 [0070]

          The antenna selection controller 105 specifies a beam antenna in a transmission direction of a beam inputted from the optimal beam information detector 108 at a timing when the RF unit 104 outputs transmission  
20 data from among slot data converted into an RF band signal and transmission data is transmitted via the beam antenna.

[0071]

          The first station apparatus can decrease the number  
25 of beam candidates compared with the number of antennas

while maintaining the transmission quality and can enhance the information transmission efficiency by using a small number of pilot beams, thereby increasing the tracking property for a propagation path fluctuation.

5 [0072]

The following is the explanation of a second base station apparatus related to the preferred embodiment of the present invention. The second base station apparatus uses a plurality of beam antennas directed  
10 to respective beam directions when switching beam directions. It also uses an antenna scan circuit for sequentially switching and selecting receipt signals from respective beam antennas. As shown in Fig. 3, the second base station apparatus is configured by a pilot  
15 beam transmission data generator 121, a slot data generator 122, a modulator 123, an RF unit 124, an antenna selection controller 125, a beam antenna group 126, a detector 127, an optimal beam information detector 128, an antenna switching circuit 130, an antenna scan circuit  
20 130, a receipt-levels detection circuit 132, a respective-beam-receipt-level averaging circuit 133 and a beam selection circuit 134.

[0073]

The following is the detailed explanation of each  
25 unit. The pilot beam transmission data generator 121,

the slot data generator 122, the modulator 123, the RF unit 124, the antenna selection controller 125, the beam antenna group 126, the detector 127, the optimal beam information detector 128 are identical to the pilot beam  
5 transmission data generator 101, the slot data generator 102, the modulator 103, the RF unit 104, the antenna selection controller 105, the beam antenna group 106, the detector 107 and the optimal beam information detector 108 of the first base station apparatus. The  
10 respective-beam-receipt-level averaging circuit 133 and the beam selection circuit 134 are identical to the respective-beam-receipt-level averaging circuit 110 and the beam selection circuit 111. Therefore, the explanation of each unit is omitted.

15 [0074]

The antenna switching circuit 130 outputs to the receipt level detection circuit 132 a signal arrived at a beam antenna specified by the antenna scan circuit 131.

20 [0075]

The antenna scan circuit 131 sequentially and periodically specifies each beam antenna configuring the beam antenna group 126 and outputs information about which beam antenna is currently being used to the receipt  
25 level detection circuit 132.

[0076]

The receipt level detection circuit 132 receives a signal inputted from the antenna switching circuit 130, detects a receipt level of the received signal and  
5 outputs the detected receipt level to the respective-beam-receipt-level averaging circuit 133 as a receipt level of a signal arrived at the beam antenna indicated by the following information, based on the information which is inputted from the antenna scan  
10 circuit 131 and which indicates which beam antenna is currently being used.

[0077]

The following is the explanation of the operations of the second base station apparatus. In this explanation,  
15 the number of beam candidates is set to two.

[0078]

First, the slot data generator 122 receives pilot beam transmission data from the pilot beam transmission data generator 121 and also externally receives  
20 transmission information data. Then, it generates a transmission slot in the format as shown in Fig. 5, thereby outputting the slot to the modulator 103 as slot data.

[0079]

The modulator 123 modulates the slot data and  
25 outputs the data to the RF unit 124 as an upstream

transmission base-band signal. The RF unit 104 converts the upstream transmission base-band signal into an RF band signal to be transmitted via a beam antenna specified by the antenna selection controller 125.

5 [0080]

A signal arrived at the beam antenna group 126 at a frequency  $f_2$  from the base station apparatus is received by the RF unit 124 and the received signal is outputted to the detector 127.

10 [0081]

The detector 127 detects a signal inputted from the RF unit 124 and outputs the detected signal as receipt data. The optimal beam information detector 128 detects optimal beam information from the receipt data and  
15 outputs a transmission direction indicated by the information to the antenna selection controller 125.

[0082]

The antenna scan circuit 131 sequentially and periodically specifies each beam antenna and outputs  
20 information about which beam antenna is currently being used to the receipt level detection circuit 132.

[0083]

The antenna switching circuit 130 outputs to the receipt level detection circuit 132 a signal arrived  
25 at a beam antenna specified by the antenna scan circuit

131. The receipt level detection circuit 132 detects a receipt level of the signal inputted from the antenna switching circuit 130 and outputs the detected receipt level to the respective-beam-receipt-level averaging  
5 circuit 133 as a receipt level of a signal arrived at the beam antenna, based on the information which is inputted from the antenna scan circuit 131 and which indicates which beam antenna is currently being used.  
[0084]

10           Signals arrived at the respective beam antennas are sequentially and time-divisionally outputted to the receipt level detection circuit 132 using the operations of the antenna scan circuit 131 and the antenna switching circuit 130. The receipt level detection circuit 132  
15 sequentially detects these receipt levels and branches these levels as receipt levels of the singles arrived at the respective beam antennas, thereby outputting the branched levels to the respective-beam-receipt-level averaging circuit 133.

20 [0085]

          The respective-beam-receipt-level averaging circuit 113 averages the receipt levels detected for each beam antenna. The beam selection circuit 134 outputs two predetermined (the maximum and the next maximum)  
25 beam directions in the descending order of the averaged



receipt levels to the antenna selection controller 125 as beam candidates.

[0086]

The antenna selection controller 125 specifies  
5 while sequentially switching a beam antenna having the maximum receipt level and a beam antenna having the next maximum receipt level from the beam antenna group 106, at a timing when the RF unit 104 outputs pilot beam transmission data from among slot data converted into  
10 RF band signals, based on a plurality of beam candidates inputted from the beam selection circuit 111. The respective pieces of pilot beam transmission data are outputted via the two specified antennas.

[0087]

15 The antenna selection controller 125 specifies a beam antenna in a transmission direction of a beam inputted from the optimal beam information detector 128 at a timing when the RF unit 124 outputs transmission data from among slot data converted into an RF signal.  
20 The transmission data is outputted via the beam antenna.

[0088]

According to the second base station apparatus, instead of simultaneously detecting strengths of signals arrived at respective beam antennas, the antenna  
25 switching circuit 130 and the antenna scan circuit 131

time-divisionally specifies respective beam antennas. The receipt level detection circuit 132 detects receipt levels of signals arrived at the specified beam antennas. Therefore, the apparatus can decrease the number of beam candidates compared with the number of antennas while maintaining transmission quality and enhance transmission efficiency by using a small number of pilot beams, thereby increasing the tracking property for a propagation path fluctuation. Further, a circuit configuration can be simpler by making the receipt level detection circuits into one.

[0089]

The following is the explanation of a third base station apparatus related to the preferred embodiment of the present invention. The third base station apparatus specifies a beam direction using an adaptive array antenna with a plurality of non-directional antennas. As shown in Fig. 4, the apparatus is configured by a pilot beam transmission data generator 141, a slot data generator 142, a modulator 143, a first phase amplitude adjuster 144, an RF unit 145, a non-directional antenna group 146 having a plurality of non-directional antennas, a detector 147, an optimal beam information detector 148, an antenna beam selection controller 149, a W0 coefficient controller 150, a second phase amplitude

adjuster 151, a combiner 152, a Wi coefficient controller  
152, a receipt level detection circuit 154, a  
respective-beam-receipt-level averaging circuit 155,  
a beam selection circuit 156 and an antenna beam scan  
5 circuit 157.

[0090]

The pilot beam transmission data generator 141,  
the slot data generator 142, the modulator 143, the  
detector 147, the optimal beam information detector 148,  
10 the antenna beam selection controller 149, the receipt  
level detection circuit 154, the  
respective-beam-receipt-level averaging circuit 155,  
the beam selection circuit 156 and the antenna beam scan  
circuit 157 of the third base station apparatus are the  
15 same as the pilot beam transmission data generator 121,  
the slot data generator 122, the modulator 123, the  
detector 127, the optimal beam information detector 128,  
the antenna selection controller 125, the receipt level  
detection circuit 132, the  
20 respective-beam-receipt-level averaging circuit 133  
and the beam selection circuit 134 of the second base  
station apparatus. Therefore, the explanation of each  
unit is omitted.

[0091]

25 The first phase amplitude adjuster 144, the RF unit

145, the antenna beam selection controller 149, the  $W_0$  coefficient controller 150, the RF unit 145 and the non-directional antenna group 146 are gathered and named as an adaptive array antenna used for transmission. The  
5 RF unit 145, the non-directional antenna group 146, the second phase amplitude adjuster 151, the combiner 152 and the  $W_i$  coefficient controller 153 are gathered to be an adaptive array antenna used for receipt.

[0092]

10           The adaptive array antenna used for transmission generates directional beams by adjusting phase amplitudes of signals outputted via respective antennas for a plurality of non-directional antennas. On the other hand, the adaptive array antenna used for receipt  
15 receives respective signals arrived at a plurality of non-directional antennas and combines while adjusting phase amplitudes of these signals so that directional receipt can be performed.

[0093]

20           The first phase amplitude adjuster 144 is provided with multipliers of which the number is equivalent to the number of non-directional antennas configuring the non-directional antenna group 146 and each multiplier receives  $W_0$  coefficient from the  $W_0$  coefficient  
25 controller 150 which is described later. Each multiplier

multiplies the modulated signal inputted from the modulator 143 with the  $W_0$  coefficient and outputs the resultant to the RF unit 145.

[0094]

5           That is, the first phase amplitude adjuster 144 adjusts an amplitude of the modulated signal transmitted from the non-directional antenna group 146 based on  $W_0$  coefficient, thereby adjusting the beam direction of a transmission signal.

10   [0095]

The RF unit 145 converts the respective multiplied signals inputted from the first phase amplitude adjuster 144 into RF band signals and outputs the converted signals at a frequency  $f_1$  via respective corresponding antennas.

15   [0096]

Further, the RF unit converts signals arrived at frequency  $f_2$  into low-band frequencies via the respective antennas of the non-directional antenna group 146 and outputs these frequencies to the second phase amplitude  
20   adjuster 151.

[0097]

The  $W_0$  coefficient controller 150 selects a set of  $W_0$  coefficients in such a way that a beam direction inputted from the antenna beam selection controller 149  
25   becomes directional and outputs the set to the first

phase amplitude adjuster 144.

[0098]

The second phase amplitude adjuster 151 multiplies the respective signals received via the respective  
5 antennas with the respective  $W_i$  coefficients corresponding to these signals and outputs the resultants. The combiner 152 combines the respective multiplied resultants inputted from the second phase amplitude adjuster 151 and outputs the resultants.

10 [0099]

The second phase amplitude adjuster 151 and the combiner 152 adjust the amplitudes of signals received via respective antennas of the non-directional antenna group 146 and combines the adjusted amplitudes. As a  
15 result, a receipt signal arrived from a specific direction is emphasized. That is, the beam direction of a receipt signal can be adjusted.

[0100]

Here, the operations of the third base station  
20 apparatus are explained assuming that the number of beam candidates is set to two. The slot data generator 142 receives pilot beam transmission data from the pilot beam transmission data generator 141 and also externally receives transmission information data. Then, it  
25 generates a transmission slot in the format as shown

in Fig. 5, thereby outputting the generated slot to the modulator 103 as slot data.

[0101]

Here, the operations of the third base station  
5 apparatus are explained assuming that two beam candidates are specified. The slot data generator 142 receives the input of pilot beam transmission data generator 142 and externally receives the input of transmission data. Then, it generates a transmission slot in a format as shown  
10 in Fig. 5 and outputs the format to the modulator 143.

[0102]

The modulator 143 modulates the slot data to be outputted to the first phase amplitude adjuster 144 as an upstream transmission base-band signal. The  $W_0$   
15 coefficient controller 150 outputs a set of  $W_0$  coefficient in such a way that the antenna beam selection controller 149 sequentially specifies a beam direction indicated by the beam candidate inputted by the beam selection circuit 156 at a timing of outputting pilot  
20 beam transmission data and in such a way that the controller transmits signals in the specified beam direction.

[0103]

In this way, the first phase amplitude adjuster  
25 144 branches the upstream transmission base-band signal

by the number equivalent to that of antennas, multiplies the branched signals with the respective corresponding  $W_0$  coefficients and outputs the resultants to the RF unit 145. Then, the RF unit 145 converts the multiplied  
5 signals into RF band signals and outputs the signals via corresponding antennas.

[0104]

Signals arrived at the mobile station apparatus at a frequency  $f_2$  is received by the RF unit 145 to be  
10 transmitted to the detector 147.

[0105]

The detector 147 detects signals inputted from the RF unit 145 and outputs the signals as receipt data. The optimal beam information detector 148 detects optimal  
15 beam information from the receipt data and outputs a transmission direction indicated in the information to the antenna beam selection controller 149.

[0106]

Further, the Rf unit 145 respectively receives  
20 signals arrived at respective antennas and outputs the received signals to the second phase amplitude adjuster 151. The antenna scan circuit 157 sequentially and periodically specifies respective beam antennas, and it outputs information about which beam antenna is  
25 currently being used to the receipt level detection



circuit 154.

[0107]

The Wi coefficient controller 153 outputs a set of Wi coefficients in such a way that signals received from the direction specified by the antenna beam scan circuit 157 are emphasized. The second phase amplitude adjuster 151 multiplies signals inputted from the RF unit 145 with corresponding Wi coefficients, respectively, and it outputs the multiplied signals to the combiner 152. The combiner 152 combines the multiplied signals and outputs the combined signals.

[0108]

Then, the receipt level detection circuit 154 detects the receipt level of a signal inputted via the combiner 152 and outputs the detected receipt level based on information inputted from the antenna beam scan circuit 157 about which beam antenna is currently being specified, to the respective-beam-receipt-level averaging circuit 155 as receipt level arrived at the currently specified beam antenna.

[0109]

Signals arrived at the respective beam antennas are sequentially and time-divisionally outputted to the receipt level detection circuit 132 using the operations of the antenna scan circuit 157, the Wi coefficient

controller 153, the second phase amplitude adjuster 151 and the combiner 152. The receipt level detection circuit 154 sequentially detects these receipt levels and branches these levels as receipt levels of the singles  
5 arrived at the respective beam antennas, thereby outputting the branched levels to the respective-beam-receipt-level averaging circuit 155.  
[0110]

The respective-beam-receipt-level averaging  
10 circuit 155 averages the receipt levels detected for each beam antenna. The beam selection circuit 156 outputs two predetermined (the maximum and the next maximum) beam directions in the descending order of the averaged receipt levels to the antenna beam selection controller  
15 149 as beam candidates.  
[0111]

The antenna beam selection controller 149 specifies while sequentially switching a beam direction having the maximum receipt level and a beam direction  
20 having the next maximum receipt level from beam directions, at a timing when the RF unit 145 outputs pilot beam transmission data from among slot data converted into RF band signals, based on a plurality of beam candidates inputted from the beam selection  
25 circuit 156. The respective pieces of pilot beam

transmission data are outputted to the two specified antennas.

[0112]

The antenna beam selection controller 149  
5 specifies the beam direction of a transmission direction  
inputted from the optimal beam information detector 148  
at a timing when the RF unit 145 outputs transmission  
data from among slot data converted into an RF signal.  
The transmission data is transmitted in the beam  
10 direction.

[0113]

A receipt adaptive array antenna of the third base  
station apparatus related to the preferred embodiment  
of the present invention outputs a signal specifying  
15 while changing an orientation direction of the antenna  
beam scan circuit 157 to the Wi coefficient controller  
153 and it also outputs a signal indicating which  
orientation direction is currently being specified to  
the receipt level detector 154.

20 [0114]

According to the third base station apparatus, the  
number of beam candidates can be decreased compared with  
the number of antennas, information transmission  
efficiency can be increased by using smaller number of  
25 pilot beams and the tracking property for propagation

path fluctuation can be enhanced while maintaining transmission quality. In addition, the quality of upstream line signal can be further improved in such a way that receipt sensitivity becomes 0 by optionally  
5 determining the shape of a beam by setting a coefficient  $W_i$  if there is a receipt interference wave, that is, a null point can be controlled.

[0115]

The next is the explanation of the operations of  
10 a communication system related to the preferred embodiment of the present invention. The first to third base station apparatuses sequentially transmit pilot beam transmission data as slot data as shown in Fig. 5 in the beam direction of a small number of beam candidates  
15 and it transmits downstream transmission data in a beam direction preliminarily specified by a mobile station apparatus.

[0116]

Then, the mobile station apparatus receives the  
20 slot data, detects a beam direction having the maximum receipt strength of the pilot beam transmission data, modulates optimal beam information specifying the beam direction and transmits the modulated information together with upstream transmission data.

25 [0117]

The base station apparatus detects for each beam the strengths of signals arrived in each beam direction and transmitted from the mobile station apparatus, averages the strengths for each direction, selects an optional number of beam candidates in descending order and sequentially transmits pilot beam transmission data included in the next slot in beam directions indicated by the beam candidates.

[0118]

10 Further, the base station apparatus detects optimal beam information from the signal received from the mobile station apparatus and transmits downstream transmission data for the beam direction indicated by the optimal beam information.

15 [0119]

According to the communication system related to the preferred embodiments of the present invention, a base station apparatus averages the strengths of signals received from respective beam directions for each direction, detects a small number of beam candidates and transmits pilot beams in beam directions of the beam candidates. A mobile station apparatus detects an optimal beam direction from among beam directions of the beam candidates and transmits the optimal beam direction to the base station apparatus as optimal beam information,

20

25

thereby while maintaining transmission quality, enhancing information transmission efficiency and a tracking property for propagation path fluctuation by using a smaller number of pilot beams.

5 [0120]

[Preferred Embodiments]

The results of simulating the Bit Error Rate (BER) of a communication system related to the preferred embodiments of the present invention are explained by referring to Fig. 6. Fig. 6 is a graph showing BER.

10 [0121]

In Fig. 6, a horizontal axis indicates average  $E_b/N_0$  in units of dBs while a vertical axis indicates BER. BERs of eight slots/frames repetition (8B) of a conventional method for a communication system of the present invention (two slots/frames repetition) (2B) are plotted using a single logarithm.

15 [0122]

Simulation is performed after it is set that a modulation method is QPSK, a transmission speed is 153.6Kbps and in a propagation path model, the receipt direction of a base station upstream receipt wave is received with Reilly phading from either one of a 10-degree direction and a 125-degree direction. Further, the simulation is performed for a case where the maximum

20 25

Doppler frequency  $f_D$  is 10Hz and for the case where the frequency is 40Hz.

[0123]

Further, it is set that the arrival direction of  
5 a downstream wave of a mobile station is identical to  
that of an upstream wave but there is no correlation  
between the upstream propagation fluctuation and the  
downstream propagation fluctuation. For comparison,  
logical values in the case of Reilly phading and those  
10 of selection diversity are plotted in the drawing.

[0124]

As shown in Fig. 6, the communication system of  
the present invention (two slots/frames repetition) (2B)  
is further close to the selection diversity logical value  
15 compared with the conventional method (8B) and the BER  
becomes small.

[0125]

When propagation fluctuation (part where  $E_b/N_0$  is  
large) is rapid, the conventional method (8B) exceeds  
20 the logical values of Reilly phading in two cases where  
the maximum Doppler frequency  $f_D$  is 20Hz and 40Hz. The  
communication system of the present invention, however,  
becomes lower than the logical values of Reilly phading  
in either case so that a tracking property is improved  
25 and accordingly the BER is also improved.

[0126]

[Effects of the Invention]

According to the present invention, a base station apparatus sets an orientation direction having an averaged upper-rank receipt quality from among a plurality of different orientation directions as a candidate, incorporates a signal portion to be transmitted in an orientation direction of the candidate into a transmission signal and transmits the incorporated signal. A mobile station apparatus selects an optimal orientation direction from the signal portion and sets the information about the optimal orientation direction as communication information to be transmitted to the base station apparatus, thereby improving a tracking property for the fluctuation of a transmission path while maintaining information transmission efficiency.

[Brief Explanation of the Drawing]

Fig. 1 is a configuration block diagram showing a base station apparatus (first base station apparatus) related to a preferred embodiment of the present invention;

Fig. 2 is a configuration block diagram showing a mobile station apparatus related to a preferred embodiment of the present invention;

Fig. 3 is a configuration block diagram showing



a base station apparatus (second base station apparatus)  
related to another preferred embodiment of the  
present invention;

Fig. 4 is a configuration block diagram showing a  
5 mobile station apparatus (third base station apparatus)  
related to another preferred embodiment of the  
present invention;

Fig. 5 is a chart showing an example of a signal  
format of a transmission slot transmitted from a base  
10 station apparatus related to a preferred embodiment of  
the present invention;

Fig. 6 is a graph showing BER;

Fig. 7 is a diagram showing an orientation direction  
controlling method using conventional FDD;

15 Fig. 8 is a chart explaining an example of a process  
of beam selection;

Fig. 9 is a block diagram showing a conventional base  
station apparatus;

Fig. 10 is a block diagram showing a conventional  
20 mobile station apparatus;

Fig. 11 is a chart showing an example of a signal  
format of a transmission slot transmitted from a base  
station apparatus; and

Fig. 12 is a chart showing another example of a signal  
25 format of a transmission slot transmitted from a base

station apparatus.

[Explanation of the Codes]

	1,101,121,141	Pilot beam transmission data generator
5	2,102,122,142	Slot data generator
	3,14,103,117,123,143	Modulator
	4,10,104,113,124,145	RF unit
	5,105,125	Antenna selection controller
	6,106,126	Beam antenna group
10	7,11,114,127	Detector
	8,108,128	Optimal beam information detector
	9,112	Antenna
	12	Respective-beam-receipt-level detector
	13	Optimal beam number detector
15	109	Respective-beam-receipt-revel detector
	110,133	Respective-beam-receipt-level averaging circuit
	111,134	Beam selection circuit
	115	Beam candidate receipt level comparator
20	116	Optimal beam number selection circuit
	130	Antenna switching circuit
	131	Antenna scan circuit
	144,151	Phase amplitude adjuster
	146	Non-directional antenna group
25	152	Combiner

- 150    Wo1 to Wo8 coefficient controller
- 153    Wi1 to Wi8 coefficient controller

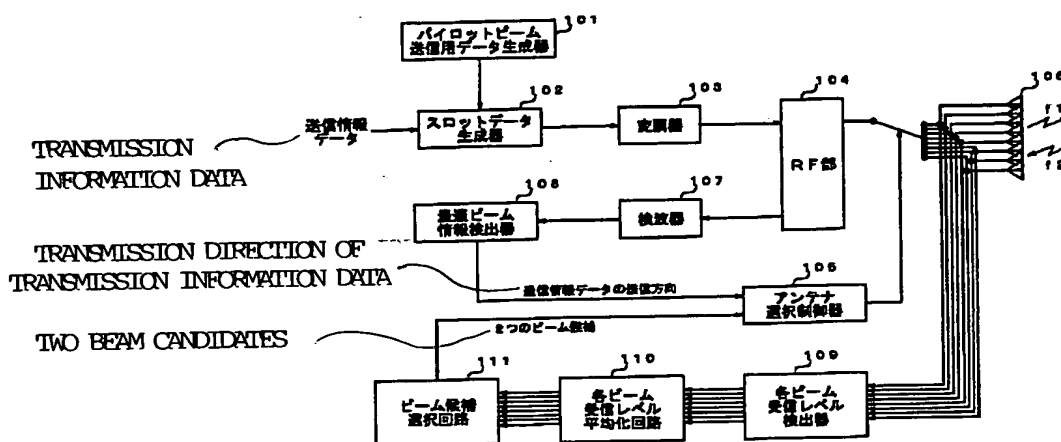
## 【符号の説明】

1、101、121、141…パイロットビーム送信用データ生成器、2、102、122、142…スロットデータ生成器、3、14、103、117、123、143…変調器、4、10、104、113、124、145…RF部、5、105、125…アンテナ選択制御器、6、106、126…ビームアンテナ群、7、11、114、127…検波器、8、108、128…最適ビーム情報検出器、9、112…アンテナ、12…各ビーム受信レベル検出器、13…10

最適ビーム番号検出器、109…各ビーム受信レベル検出器、110、133…各ビーム受信レベル平均化回路、111、134…ビーム選択回路、115…ビーム候補受信レベル比較器、116…最適ビーム番号選択回路、130…アンテナ切替回路、131…アンテナスキャン回路、144、151…位相振幅調整器、152…合成器、146…無指向性アンテナ群、150…Wo1~Wo8係数制御器、153…Wi1~Wi8係数制御器

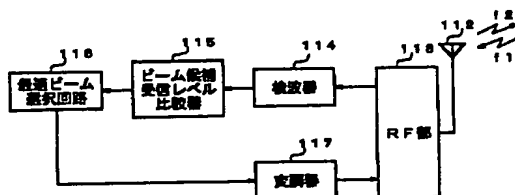
【図1】

FIG. 1



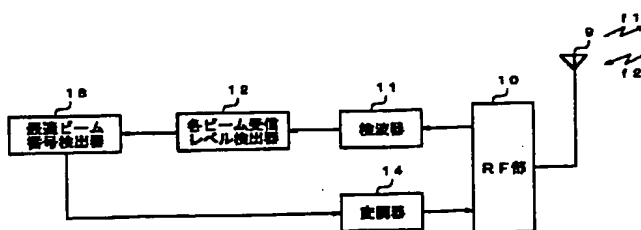
【図2】

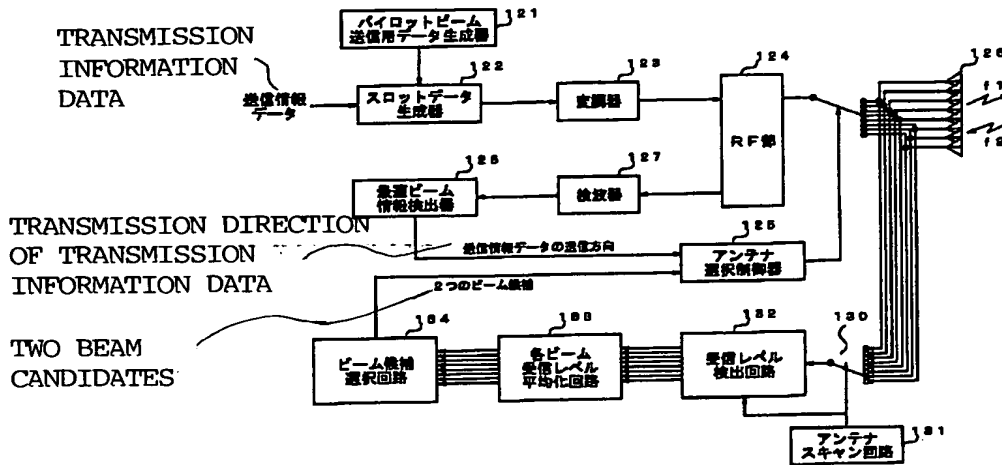
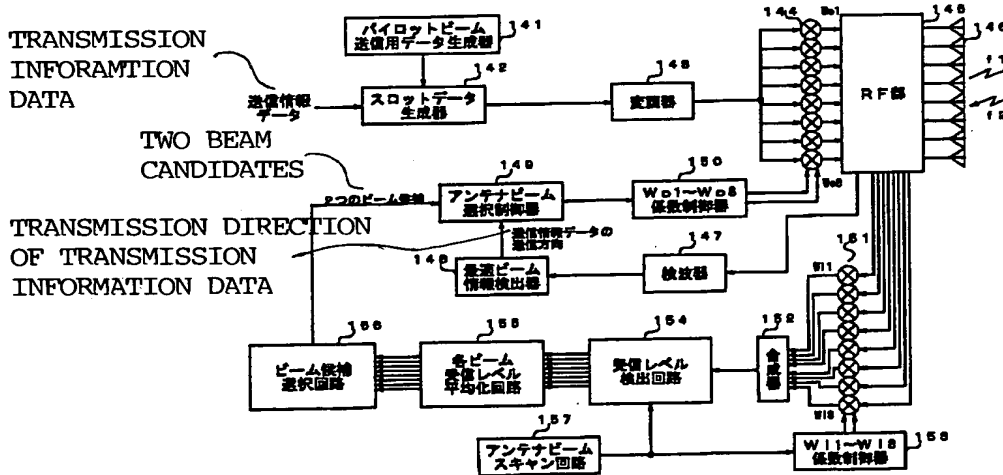
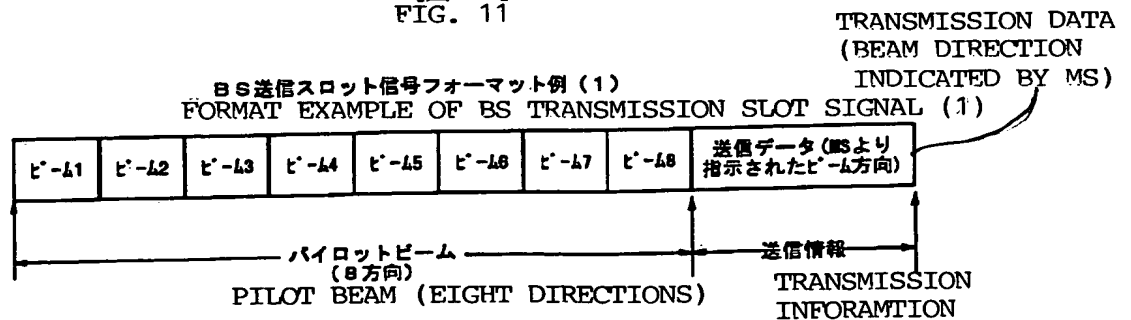
FIG. 2



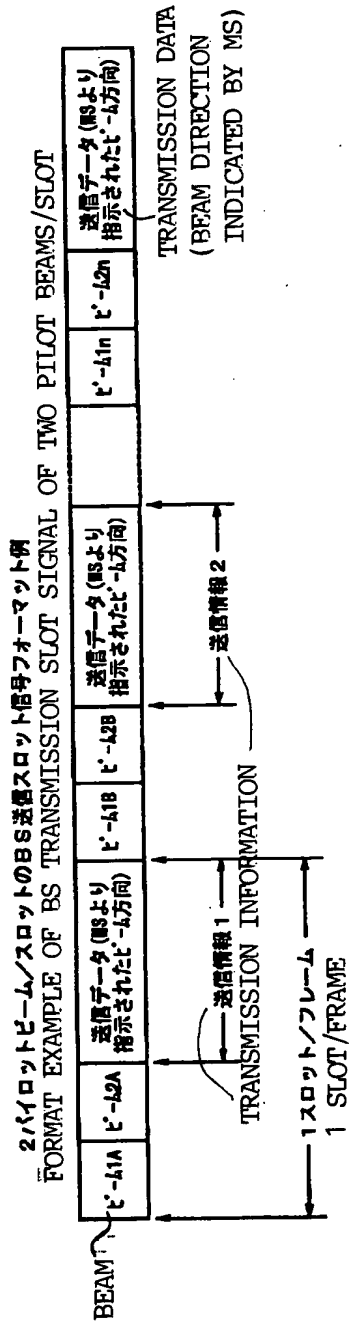
【図10】

FIG. 10

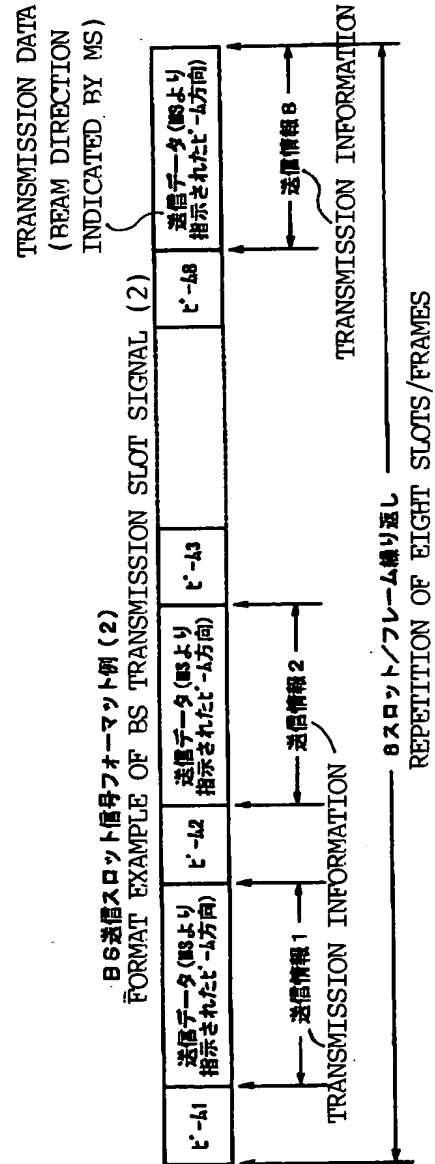


【図3】  
FIG. 3【図4】  
FIG. 4【図11】  
FIG. 11

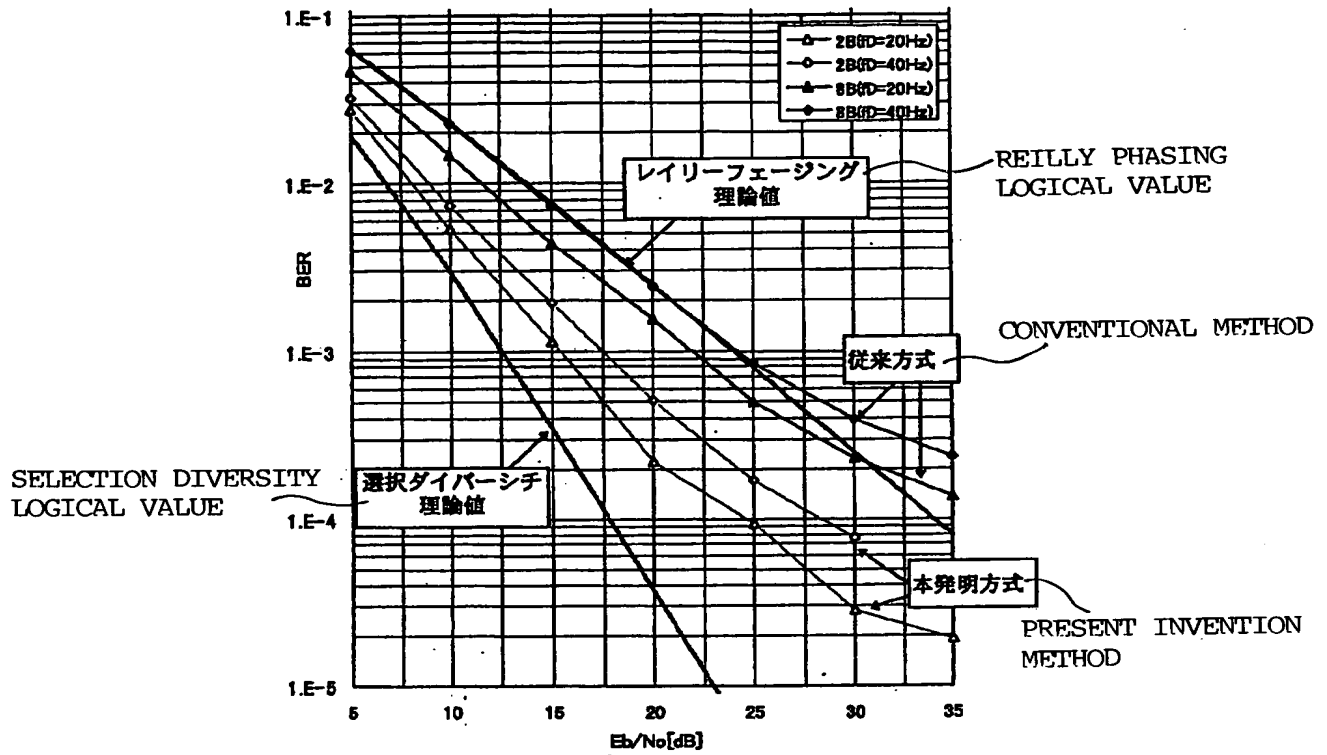
【図 5】  
FIG. 5



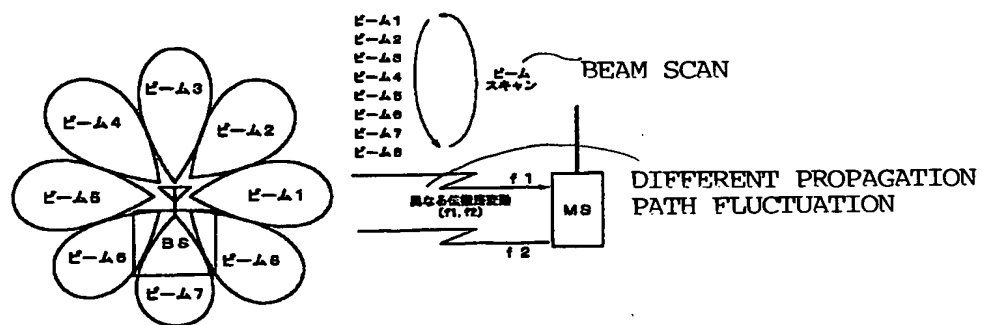
【図 12】  
FIG. 12



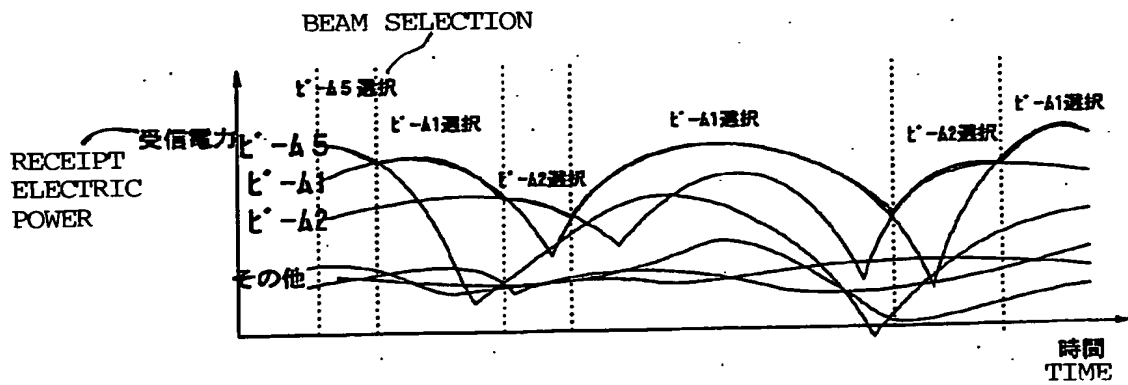
【図6】  
FIG. 6



【図7】  
FIG. 7



【図8】  
FIG. 8



【図9】  
FIG. 9

